

भारत सरकार
GOVERNMENT OF INDIA
राष्ट्रीय पुस्तकालय, कलकत्ता ।
NATIONAL LIBRARY, CALCUTTA.

वर्ग संख्या

Class No.

पुस्तक संख्या

Book No.

रा० पु०/ N. L. 38.

Mar

625.26

K 689

MGIPC—S4 —9 LNL/66—13-12 -66—1,50,000,

Maharashtra Kosha Mandal L
Poona.

(~~हमसह कोशमंडळ लि. पुणे~~
~~BY THE SAME AUTHOR.~~)

ADVERTISEMENT.

—o—

VIDYUNMARGA

OR

ELECTRIC-ROAD

78 DIAGRAMS.

ESPECIALLY

For the use of Native Telegraph Clerks.

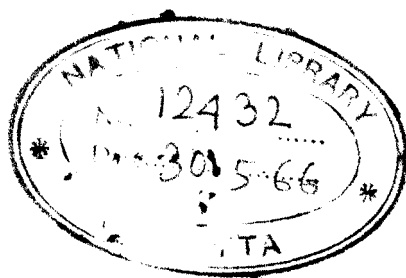
—

SHELF LISTE

Mar

625.26

K 689



OPINIONS &c..
(*Private and Official.*)

A TREATISE ON TELEGRAPHY.

We beg to acknowledge with thanks receipt of "A Treatise on Telegraphy in Theory, History, and Practice," for the use of Native Signallers, compiled by Vishnu Chimnaji Karve, Station Master Holkar State Railway, Bulwara. The work is printed in Maráthi with 78 neatly executed diagrams, and is dedicated to Mr. G. B. Stacey, General Superintendent Indian Sub-marine Telegraph Company, Limited, Bombay. This treatise is especially recommended to the Native employés in the Telegraph Department, who are studying the Morse and Needle systems of Telegraphy.

This is the first treatise of the kind written in Maráthi, and treats very fully on Magnetism and Electricity in various phases, Instruments for signalling, Construction of Electric Road, Land Lines, Sub-marine Lines, Instructions for Beginners, &c., &c., &c. It will no doubt assist to make the science of Telegraphy very popular among the Natives, and we would suggest that the work be printed in Guzerathi, Urdu and Bengali.

We hope Mr. Vishnu Chimnaji will get his reward for the great pains he has taken in compiling such a valuable work, and hope

(2)

that Government will recognise his exertions in some tangible shape.

We understand that his Highness Maharajah Holkar has recognized the exertions of Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the compiler of the " Treatise on Telegraphy " in Marathi, by ordering 50 copies of the book to be purchased, besides a present of one hundred rupees. This is very encouraging.

It affords us great pleasure to learn that Mr. Vishnu Chimnaji Karve, the author of " A Treatise on Telegraphy, " is receiving great encouragement in his useful work. The Director of Public Instruction at Bombay has purchased 50 copies, and the Rajah of Dhar has taken 6 copies, besides a present of Rs. 15. *Indian Railway Service Gazette Jubbulpoor.*

INDORE 7th May 1877.

DEAR SIR,

I am glad to inform you that His Highness has ordered 50 copies of your book to be purchased and Rs. 100 given to you as a present. I therefore think it would be better for you to come here once to receive the money.

Yours Sincerely,

(Signed) D. S. GARUD,

To,

VISHNU CHIMNAJEE Esq.,

STATION MASTER

Ajanti

EASTERN TELEGRAPH COMPANY.

Bombay 5th February 1877

Vishnu Chimnaji Karve Esquire

Station Master Ajanty Holkar State Railway.

SIR,

I have to acknowledge with many thanks your letter of the 3rd inst. and copy of your work on telegraphy.

I am sorry that the work should have been dedicated to me as I am of opinion that all works on science or on a scientific subject should only be dedicated to persons, who have become authorities or "shining lights" in that science, I am never-the-less very much obliged to you for the honor you have conferred on me.

I am much pleased with the get up of the work which is very creditable. The woodcuts are however very poor, and here I may perhaps be able to be of use to you in future editions.

I am about to proceed to England and if I can obtain the loan of any "blocks," I may be able to bring out some better illustration on telegraphic subjects. I think I shall be able to do so, but you must not take this as an absolute promise.

Will you be good enough to send me 5 more copies of your work. I enclose Rs. 16(15) for the cost of six, including the one already sent which I beg you will permit me to pay for, and 1/- for carriage. If

(4)

carriage should exceed that sum please let me know and I will remit later.

I propose to present one copy to the society of Telegraph Engineer London if they will accept it which I hope will be the case.

I am sir,
yours truly

(Signed) GEO B. STACEY.

TELEGRAPH DEPARTMENT.

Electricians office Alipoor

The 26th of February 1877.

Dear Sir,

Mr. Schwendler has requested me to return to you the enclosed documents, and to convey to you the assurance of his pleasure in accepting the dedication of your Marathi work on telegraphy, which he is sure will prove of great utility.

I am, Dear Sir,
Yours faithfully

(Signed) R. S. BRAUGH
Officiating Electrical Superintendent

TO

MR. VISHNU CHIMNAJI.

(5)

**GREAT INDIAN PENINSULA
RAILWAY COMPANY**

30th April 1877

No. 997/1140,

MR. VISHNU CHIMNAJI

AJANTY

Dear Sir,

Many thanks for the Marathi book on
Telegraphy. I will do my best to have it
introduced on the G. I. P. Ry.

Yours truly

(Signed) **D. HOLDEN.**

No. 259/4333.

FROM,

*The Manager Open Line,
Holkar and Neemuch State Railways.*

TO,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master Ajanti.

Dated Mhow 15th November 1877.

SIR,

The Right Hon'ble the Secy. of State having request-
ed to be supplied in future, for the use of the British
Museum, with a copy of all books &c., published in
British India, whether in vernacular languages or in
English, I have the pleasure to inform you that I have
accordingly sent a copy of your Treatise on telegraphy
to the Secy. to the Government of India P. W. D.

I have the honor to be,

Sir,

Your most Obedt. Servant,

W. S. S. BISSET,

Manager Open Line

Holkar and Neemuch State
Railway.

(6)

No. 92/119.

From,

The Manager
Holkar and Neemuch S. Ry.

To,

MR. VISHNOO CHIMNAJEE,
Station Master
H. S. Railway
Ajanti.

Dated Mhow 7th January 1878.

In continuation of this Office No. ²⁵⁹ 4333 dated 15th
November 1877, has the honor to enclose copy of a letter
No. 1812 E. G. dated 27th December 1877, from the
Secretary to the Government of India for his informa-
tion.

W. S. S. BISSET,
Manager
Holkar & Neemuch S. Ry.

“ COPY ”

No. 1812 E. G.
GOVERNMENT OF INDIA
PUBLIC WORKS DEPARTMENT
ESTABLISHMENT
GENERAL.

To,

THE MANAGER
Holkar & Neemuch S. Rys.
Fort William 27th Decr. 1877.

SIR,

I am directed to acknowledge with an expression of
thanks to the Author, the receipt of the copy of a
Treatise on Telegraphy &c. by Vishnu Chimnajee for-
warded with your No. ²⁵⁹ 4331 of 15th November 1877.

The Book will be sent to the British Museum as desired.

I have the honor to be,

Sir,

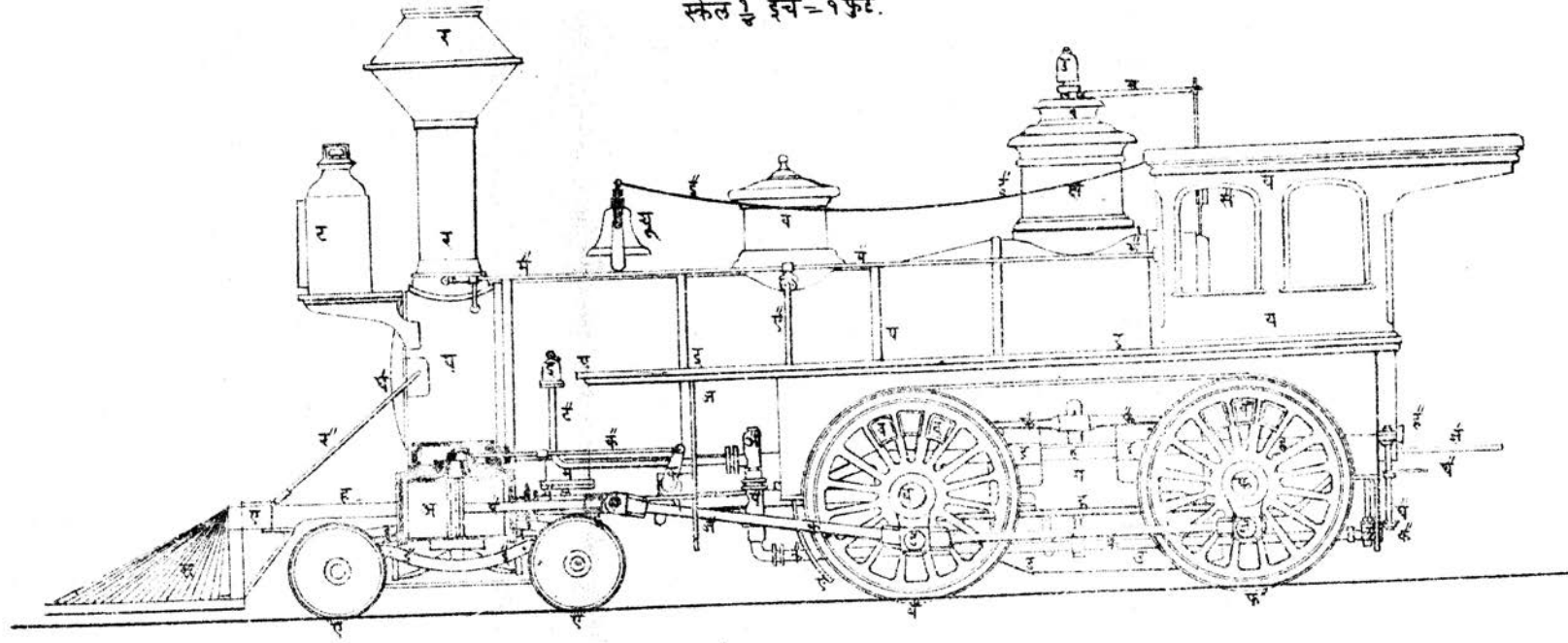
Your most obedient Servant,
(Sd.) A. B. SAMPSON,
Under Secretary to the
Government of India

(True Copy.)

C. H. MASTERS HD. CLERK,
Manager's Office
H. & N. S. Rys.

आकृति - अ

स्केल $\frac{1}{4}$ इंच = १ फुट.



A
TREATISE ON THE LOCOMOTIVE
IN
THEORY, HISTORY AND
PRACTICE.

(ILLUSTRATED)

I blow the bellows, I forge the steel ;
I manage the Mill and the Mint ;
I hammer the ore and turn the wheel ;
And the news that you read I print.

Steam-Engine.

FOR THE USE OF MARATHI SPEAKING
EMPLOYEES IN THE RAILWAY
DEPARTMENT

COMPILED BY

VISHNU CHIMNAJI KARVE

AUTHOR OF A " TREATISE ON TELEGRAPHY "

STATION MASTER, HOLKAR STATE
RAILWAY, SANAWAD.

NEW EDITION.

500 COPIES.

PRINTED AT THE "INDU-PRAKASH" PRESS

B o m b a y

1880.

(*Registered under Act XX, of 1847.*)

Price 2 Rupees.

CONTENTS.

Part	Subject.	Page.
1st—	Introduction	1
2nd—	Steam Engine.....	22
3rd—	Force of Air and Steam	27
4th—	On Work, Energy and the equivalent of Heat	40
„—	Slide Valve	45
5th—	The Locomotive Boiler	52
6th—	The Boiler attachments.....	57
„—	Throttle Valve.....	68
7th—	The Valve Gear	69
„—	Running Gear	74
„—	Adhesion and Traction	78
„—	Friction and Lubrication	81
8th—	Combustion	83
9th—	Resistance of Trains	98
10th—	Proportions of Locomotives	103
„—	Inspection of Locomotives	105
11th—	Accidents to Locomotives	114
„—	Accidents and injuries to persons....	119
12th—	Qualifications of Locomotive drivers...	123
13th—	Properties of Saturated Steam (Table)	
„—	Resistance of Trains on different grades (Table)	133
„—	Indian Railways (Table)	137
„—	Railways in the world (,.)	138
„—	Vocabulary	141
„—	Voyage Round the world	145
„—	Telegraph Signals of Marathi Alphabets	
„—	Illustrations.....	
„—	Advertisements	

TO

M. N. FORNEY Esquire,

MECHANICAL ENGINEER

NEW YORK

UNITED STATES OF AMERICA

This work is dedicated as a humble token of sincere respect and in admiration of his zeal in the promotion of Native Education.

By his humble and obedient servant.

THE AUTHOR.

सह प्री कं आसीड
सं ना पो ट सै

لوہہ مارگ

رسالہ دربارہٴ انجمن بموجب علم نظری تواریخی اور سابقہٴ تالیفی شیراز
واسطے ہندوستانی ملازمان ریلوے کے جوڑی زبان وقف ہیں

مؤلفؔ

وشنوپناجی کرووی اسٹیشن ماسٹر مولکراسٹیٹ ریکوسناؤ

مطبوعہ مطبع انڈوپکاش پریس

۱۹۴۷ء

مبوجب ایکٹ بستم ۱۹۴۷ء عیسوی کے جرٹری ہوتی ہو

قیمت فی جلد ۵۰۰

مرتبہ اول ۵۰۰ جلد

فہرست مضامین

تمہید۔ اسٹیم انجن۔ قوت ہوا اور دھان۔ کام اور طاقت اور
 کل کے ذریعہ سے کس قدر گرمی پیدا ہوتی ہے۔ پردہ دار رخنہ۔
 انجن کا آب گرم۔ آبگرمہ کے آلات۔ رخنوں کے آلات۔
 ہوا روکنے والا رخنہ۔ ہوا بھرنے کا آلہ۔ حرکت اور سکون اور
 حرکت اور دہنیت ہوا۔ آگ روشن ہونے کی حالت۔ ٹرین کنٹرول کی
 کیفیت۔ انجن کے حصہ۔ انجن کی جانچ۔ حادثات انجن۔
 اتفاقات انسانی۔ انجن ڈرائروں کی لیاقت۔ نقشہ جات۔
 تاریقی کے اشارہ مہیٹی حروف میں۔ نقشہ اور شہتہارات۔

लोह मार्ग

रिसाला दरबारै अंजन बमूजिब इल्म नज़री
व तवारीखी और साबिकासत्तासी नक्शा में
वास्ते हिन्दुस्तानी मुलाज़िमान रेलवे
के जो मरहटी ज़बान से वाकिफ़ हैं

मुअल्लिफ़ै

विष्णू चिमनाजी करुवी स्टेशन मास्टर हुल्कर
स्टेट रेलवे सनादू

मतबूअै मतबै इन्दु प्रकाश प्रेस

सन् १८९६ ई०

बमूजिबणेकृबिस्तुम्सन् १८४० ई० के रजिस्टरी हुई है
मर्तबा अव्वल १०० जिल्द कीमत फी जिल्द २)

फेहरिस्त मजामीन

तमहीद—स्टीम अंजन—कूबत हवा और
दुखा—काम और ताकत और कलके जरिये से
किस्कटर गर्मी पैदा होती है—पर्दादारखना—
अंजन का आव गर्म—आव गर्मी के आलात—
खनों के आलात—हवा रोकने वाला खना—
हवा भरने का आला—हरकत और सकून
हवा—हरकत और दुहनियत हवा—आग
रोशन होने की हालत—ट्रेन रोकने की कैफ़ि-
यत—अंजन के हिस्सा—अंजन की जांच—
हादसात अंजन—इतिफाकात इन्सानी—अंजन
झाबरो की लियाकत—नकशह जात—तारबर्की
के इशारह मरहटी हरूफ में—नकशह और
इश्तिहारात ॥

લોહમારગ. અને આગગાડી.

(પ્રથમો ભાગ)

ભીષ્મપતી, ઇતીહાસ, અને આકૃતિઓ સાથે

હું ધમણ પુંકુંછું, લોહને તારીને ધડુંછું
હું ધાતુને ઠોડુંછું, અને આક્રિને ફેરવુંછું
હું ફલવાનુ કામ કરુંછું, અને નાણુ પાડુંછું
અને જે ખખરો તમે વાંચો છો તે હું છાપુંછું

વપ્રથમ.

મુખ્યત્વે કરીને

હોંદુસ્થાનના, રેલવેના ખાતા માહેલા

મરેઠી વાંચણારાઓને વાશતે.

આએ ગરંથ

વિશનું ચીમનાજી કરવે.

“ વિદ્યુન્માર્ગકર્તા,” રેલેશનમાસ્તર “ હાળકર રેલે
રેલવે સનાવદ.” એએએ રચીએ.

તે

મુખ્યમાં

“ હિન્દુપ્રકાશ ” છાપખાનામાં છાપ્યો

આવૃત્તી પેહેલી.

૫૦૦ કાપીએ

(આએ પુસ્તક સને ૧૮૪૭ ના આકટ ૨૦ મા

૫૨માણે નોદાએલો છે.)

કીમત રૂપીઆ બે.

સાકલીથી અગર અનુ કરમણીકા.

ભાગ	વિષય	પાનુ
૧	ઊપોદ્ધાત અથવા વિષયોનુ સ્વરૂપ... ..	૧
૨	પાકના જંતરવિશે	૨૨
૩	હવા અને પાકના શકતીવિશે... ..	૨૭
૪	કામ, ધમક, અને ઊભુતાનાં યાંત્રીક સમસુદ્ય એવોનાવિશે	૪૦
૫	સરકનારો પડદો.. .. .	૪૫
૫	તાપક	૫૨
૬	પાઅલરના શાધનો.. .. .	૫૭
૬	પાઅલરના કંકનો પડદો	૬૮
૭	સરકનારા પડદાની કલાશી	૬૯
૭	આલતા પરીધની કલાશી	૭૪
૭	વજન તથા ખેડનાવિશે	૭૮
૭	ધસવું તથા ગીરીશનાવિશે.. .. .	૮૧
૮	બલવું.. .. .	૮૩
૮	ગાડીઓનું અટકાવવું.. .. .	૮૮
૧૦	પ્રમાણો.. .. .	૧૦૩
૧૦	યંત્ર પરિક્ષા	૧૦૫
૧૧	યંત્રોનો અપધાત.. .. .	૧૧૪
૧૧	માણુશેને થતા અકસ્માત અને દુખાવવું એ- વોવિશે.. .. .	૧૧૩
૧૨	ગાડીઓ સલાવનારાઓનાચુણો	૧૨૯
૧૩	પરચુરણ માહેતગારી	૧૨૫
૧૩	મિશળાકોનાચુણો (કોડો)	૧૨૬
૧૩	ગાડીઓની લેતને જુદી જુદી સદણુ ઊપર જુ- દા જુદા વેગને મલેલો અટકાવના (કોષ્ટક)....	૧૩૩
૧૩	હીંદુસ્થાનના રેલવેનો કોષ્ટક.. .. .	૧૩૭
૧૩	દુનીઆ માહેલા રેલવેનું કોષ્ટક.. .. .	૧૩૮
૧૪	કંકણુ શબ્દોની સમજવાની પરીભાષા.. .. .	૧૪૧
૧૪	પરથવી પરકમા અને નવા શાધ.. .. .	૧૪૫
૧૪	મરાઠી મુલાક્ષરોના તારાયંતરની નીશાણીઓ આકૃતીઓ (જરૂર જોવી).....	

लोहमार्ग.

आणि

आगगाडी.

(प्रश्नोत्तररूप.)

उपपत्ति, इतिहास, उदाहरणे आणि आकृती
ह्यांसहित.

॥ श्लोक ॥

माता फुंकितसें तसें घडतसे पोलाद तावूनही,
हातोड्या करुनी अशोधित पिटीं धातू परी मी नहीं ।
लोहारादि वरें किं मी दळतसें नाणेंहि पाडीतसें,
चक्रातें फिरवी व वाचित असां जें वृत्त छापीतसें ॥ १ ॥
वाफयंत्र.

मुख्यत्वे करून

आगगाडीच्या खात्यांतलि मराठी वाचकांकरितां,
हा ग्रंथ

विष्णु चिमणाजी कर्वे

राहणार क्षीराड, तालुका अलिबाग जिल्हा
कुलाबा ह्यांनीं रचला.

तो

मुंबईत

“इंदुप्रकाश” छापखान्यांत छापिला.

नवी आवृत्ति.

५०० प्रति.

(हा ग्रंथ १८४७ च्या २० व्या आकाशमार्गे नोंदला आहे.

किंमत दोन रुपये.

P. R. Dhandhere
Poona,
Rs. 5/-

Acc. no. 12432 dr.
30.5.66

18/5

अनुक्रमणिका.

भाग	विषय.	पृष्ठ.
१	उपोद्घात.	१
२	—वारुपंत्राविषयी	२२
३	—हवा आणि वाफ ह्यांच्या शक्तीविषयी	२७
४	—काम, धमक, आणि उष्णतेची यांत्रिक सममूल्ये ह्यांविषयी	४०
५	—उघडी.	४५
६	—तापक.	५२
६	—तापकाची जुळणी	५७
७	—कंठद्वार.	६८
७	—उघडीची कळाशी.	६९
८	—धावेची कळाशी.	७४
८	—भार आणि ओढ ह्यांविषयी	७८
९	—घर्षण आणि ओंगण ह्यांविषयी	८१
९	—दहन	८३
९	—रांगांचा विरोध.	९८
१०	—प्रमाणे.	१०३
१०	—यंत्रपरीक्षा	१०५
११	—यंत्रापघात.	११४
११	—मनुष्यांस होणारे अपघात व दुखापती ह्यांविषयी	११९
१२	—गाडीवानांचे गुण.	१२३
१३	—किरकोळ माहिती	१२५
१३	—मिश्र वाफेचे धर्म (कोष्टक)	१२६

॥—गाढ्यांच्या रांगांच्या भिन्न भिन्न चढणी-

वरील भिन्न भिन्न वेगास मिळालेला विरोध

(कोष्टक) १३३

॥—हिंदुस्थानांतोळ रेल्वेचें कोष्टक १३७

॥—जगांतोळ रेल्वेचें कोष्टक १३८

॥—कठीण शब्दांची परिभाषा १४१

॥—पृथ्वीप्रदक्षिणा व नवीन शोध १४५

॥—मराठी मूळाक्षरांच्या तारायंत्राच्या खुणा-

॥—आकृति (अवश्य पहाव्या)



सूचना.

आगगाडीच्या खात्यांतील एतद्देशीय लोकांस व ज्यांस शास्त्राची अभिरुचि आहे अशांस माहिती देण्याचा हेतु ह्या ग्रंथकाराचा आहे. ह्या ग्रंथांत, लोखंडी सडक आणि तिजवरून चालणारी आगीची गाडी ह्यांचें इंग्रजी ग्रंथाधारे संक्षिप्त रीतीने प्रभोत्तररूप वर्णन केल्ले आहे. ग्रंथकार प्राकृत असल्यामुळे विषयप्रतिपादनांतील भारदस्तपणा आणि समर्थक. शब्दव्युत्पत्ति ही सामान्यतः आहेत, तथापि यथामति जें लिहितां आलें तें लिहून " कांहीं न करण्यापेक्षां कांहीं करणें बरें " हा न्याय साधला आहे, असें हें पुस्तक वाचल्यावरून कळून येईल अशी ग्रंथकारास आशा आहे.

ह्या ग्रंथांतील आकृति शेवटी दिल्या आहेत, त्या वर्णन वाचतेवेळीं लागल्याच पाहाव्या, ह्मणजे विषय समजण्यास विशेष सोपें पडेल.

विष्णु चिमणाजी कर्वे.

मुक्काम सनावद स्टेशन,
मिति फाल्गुन शु० ४ रविवार
शके १८०१.

78
1879

शुद्धिपत्र

विशेष सूचना—प्रश्नांच्या संख्येत चूकी शाली आहे. एकंदर प्रश्न १८९ आहेत. आकृती १ पासून २४ पर्यंत आहेत त्यांत क्रिगर (अमुक) असं लिहिलं आहे तेथे आकृती (अमुक) असं वाचावं. वर्णन आणि आकृती ह्यांचा मेळ जमत नाहींसा होईल त्यावेळेस शुद्धिपत्र अवश्य पहावं; सर्व चुक्या त्यांत सुधारून घेतल्या आहेत. ठशाच्या आकृती एकंदर १५ आहेत.

पृष्ठ. ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
३	४ ता	तो
"	७!	?
"	९!	?
६	२५३००	१४२
८	२१ असल्यास	आल्यास
"	३ असेल.	असले
१६	१८ निर्निघ्न	निर्विघ्न !
१७	४ लोहमार्गने	लोहमार्गाचे
२०	२० चिमणीकडूनही	चिमणीकडून ही
१७	८ त्याच्या	त्याच्या
२३	१५ दुसऱ्या	दुसऱ्या
२४	२२ ज	ग
"	२४ क फ	क फ
२६	१ केंद्रय	केंद्रिय

पृष्ठ. श्लो.	अशुद्ध.	शुद्ध.
२६	७ ती	ती
२८	११ दावते	दावते
२९	९ मापतात	मापतात
३२	१३ ३२०	३२
३३	१० घडत	घडत
३५	१४ उचलल	उचललें
"	१५ असेल,	असेल.
३६	१२ पुढेही	पुढेही.
"	२ वातावरणाच्या	वातावरणाच्या
३९	१ काकी	काकी
४०	१४ पुढेही	पुढेही.
४३	२४ त्यांस	त्यांस
४४	२२ उष्णता	उष्णता
४५	१३ तुम्हात	तुम्हांत
४६	२४ घेडल	घेडल
५०	१२ बंद त्या पडतील	त्या बंद पडतील
६०	१३ घडतात	घडतात
७२	२१ खिळास	खिळीस
६४	२१ भरत	भरते
"	" तेथून	तेथून
७४	१३ चाकांचे	चाकांचे
७५	१९ मध्ये	मध्ये
८२	१३ त्यांचा	त्यांचा
८४	१९ एकमेकांस	एकमेकांस

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
८७	६	आक्सेद	आक्तेद
"	७	"	"
"	१४	टांकला	टांकला
"	२४	रंगित	रंगीत
८८	१	काब्युरेतेद	काब्युरेतेद
"	४	ताजा	ताज्या
८९	१९	करण	कारण
९१	१०	होते	होते.
९२	१४	गृहण	ग्रहण
९३	२	एकदा	एकदां
९४	२४	उष्णमान	उष्णमान
९८	१	होते	(हा शब्द मुर्खीच नको)
१०३	९	पत्रानें	पत्राच्या
१०४	१६	पत्राचीं	पत्राचीं
१०६	४	एकदा	एकदां
"	९	कोळपडलेले	कोळपलेले
१०९	२५	प्रकारांनीं	प्रकारांनीं
११०	१२	लाव	लांव
"	२३	रंगाच्या	रंगांच्या
"	"	भिगाचे	भिगांचे
"	२४	रंगाचीं	रंगांचीं
११४	७	धांबेविण्याकरितां	धांबेविण्याकरितां
११६	४	देवावी	देवावी,

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
११७	२२	चकद्वार	चेकद्वार
१२३	८	तमासगिराप्रमाणं	तमासगिरांप्रमाणं
"	२३	ज्याच्या	ज्याच्या
१२४	३	हीशोब	हिशोब
"	५	स्वभाव	स्वभाव
१३७	३२	उतारुंचे	उतारुंचे
"	"	मालाचे	मालाचे

आकृतींचें शुद्धपत्र.

पृष्ठ.	श्लोक.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१०	५८५		८०
१८	१५८५		२७
३५	१०९		८
४३	२५	करावी. आतां	करावी. (आकृती १० पाहा). आतां
५४	२३५८		२८
३७	१२९		८
५५	२६३०		२८
५६	१७३०		२८
६२	१६	उघडे टेवावें	उघडे टेवावे
६२	२१	A A	अ अ
६२	७	ड इ	द ऐ
"	२१	अ	अ

पृष्ठ. ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
६३	२६ क	क
६५	१५ अ ब	a b
"	२१ क	c
"	२५ फ	f
६५	२६ ग ह के	g h k
६६	१ ह	h
"	" के	k
"	२ ल ल	l l
"	३ म	m
"	४ न	n
"	५ ज न	o n
"	६ प	p
"	११ अ ब	a b
"	१२ के ह	k h
"	१३ ग	g
६७	३ र र	r r
"	२६ ३ ४	३ २
६८	२४ ३ ०	२ ८
७०	१७ ३	९
"	२१ ह	९
७१	१० A B	a b
"	१८ व	B
"	२० k	K
"	२१ d	D

पृष्ठ.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
७३	५ क क		क क
"	७ ऊ ऊ		ओ ओ
"	१७ द		ड
"	२० इ		ए
"	२१ र र		र र
७६	६ ५२		५३
७८	९ ७८		७५
९८	११ अ		अ
"	२२ द		उ
१२१	४५ ६३		६२
१२२	१ अ		अ

~~~~~

## सूचीपत्र.

वर्णना शिवाय ८ आकृती आहेत.

(अ) आकृतीच्या भागाच्या शेवटी ४ आकृती आहेत त्या हे पुस्तक मार्मीक रीतीने वाचल्याने सहज समजून येतील. त्यापैकी एका आकृतीत आगगाडीची भट्टी मोठी करून दाखविली आहे. दुसरीत पाण्याच्या टांकीची गाडी मोठी करून दाखविली आहे. तिसरीत, तुंग, दट्ट्या व बाष्पाशय ही दाखविली आहेत. चवथीत इंजनाच्या पुढच्या बाजूचा मागील देखावा आहे.

(क) ३७ व्या आकृतीत "इंजेक्टर" ( पाणी तापकांत चढविणाऱ्या ) यंत्राचा पूर्ण देखावा आहे.

(ख) ७४ व्या आकृतीत रक्त, नट, रिव्हेट ह्यांचा समुदाय दाखविला आहे.

(ग) ७९ व्या आकृतीत रुळाखाली लोखंडाची खुर्ची (बैठक असते ती दाखविली आहे.

(घ) ४१ व्या आकृतीत कंठद्वाराची ( भाटल व्हॉल्व ) रचना दाखविली आहे. ६८ व्या पृष्ठांत ह्यांचे वर्णन आहे.

(ङ) ८५ व्या आकृतीत पांच तऱ्हांचे रुळ दाखविले आहेत.

(च) ८६ व्या आकृतीत दुसऱ्या प्रभाचे उत्तर आकृती रुपाने दिले आहे.

(छ) ८७ व्या आकृतीत पॉटस्लीपर दाखविले आहेत.

(ज) ८८ व्या आकृतीत स्टेशन दाखविले आहे.

(झ) १० व्या आकृतीचे वर्णन ६३ व्या पृष्ठांत दिले आहे.

~~~~~

आरुती अ व क आणि २५ ह्यांत अक्षरांनीं
दाखविलेल्या यंत्राच्या भागांची याद.

संज्ञिक अक्षरं	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
अ अ	तुंबे.	सिलिंडर.
ब	मुख्य चाकें.	मेन ड्रायव्हींग व्हील्स
क	मुख्य जोडकाठी.	मेन कनेक्टिंग रोड.
ड	मुख्य पाऊची खुंटी.	मेन क्रक गिन.
फ	मागल्या चाकाचा आंस.	
ग	भट्टी.	फायर बॉक्स.
ह ह ह	सांटी.	फ्रेम.
इ इ	सांटीची जोर पट्टी.	फ्रेम ब्लॅप;
ज	विकेंद्रिय चकें.	एक्सेंट्रिक्.
क	डोल्या.	रॉकर.
म	कडी वर करण्याचा दांडा.	
न	कडी वर करण्याची भूज.	
ओ ओ	राहाट्या.	रीव्हर्स लिव्हर.
प प	तापकाचा नगान्याप्रमाणें दिसणारा भाग.	
घ	धुमाशय.	स्मोक बॉक्स.
र र	धर जाण्याचा बंध.	स्मोक स्टॅक्.
स	पिंजरा.	काऊ कॅचर.
ट	पुढचा दिवा.	हेड लाइट.
यू	घंटा.	
व	रेतोची पेटी.	रोड बॉक्स.

संज्ञिक अक्षरें	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
उ	शिटीपत्र.	विहसल.
क्ष	घुमट.	डोम.
य य	यंत्रावर बसण्याची जागा.	
ज्ञ	मागल्या चाकाच्या पाऊ-	
	ची खुंटी.	
अ	जोरनळीतील हवाशयः	एअर चेंबर.
क क क	पाण्याचा पुरवठा करणारी	सलपाय पाइप.
	नळी.	
क	मागची मुख्य चाकें.	बॅक् ड्रायव्हिंग
		व्हील्स.
ग	आंकड्याची खुंटी.	कपलिंग पिन
ह	बांसणागा पत्रा.	फ्रिक्शन प्लेट.
इ	चेकदार.	चेक व्हाल्व्.
क		फुटबोर्ड.
ल		लेक्सी कॉक्.
म	माती वगैरे काढण्याचें द्वार.	मड्डूम.
न न	कमाणी.	स्प्रिंग.
प	नळ.	
स	वाष्पदर्शक.	स्टीम गेज.
अ अ	धूमनलिका.	ट्युबस्.
क	भट्टीचें दार.	
ड ड	रक्षाकुंड.	रॅशपॅन.
फ फ	वाष्पोत्सासाची नळी.	ज्वास्ट पाइप.
ह ह		कॉसहेड.

संज्ञिक अक्षरं	मराठी अर्थ.	इंग्रजी अर्थ.
ज	कंठद्वाराचा दांडा.	
प म	शुष्क नळी.	ड्रायपाइप्.
घ	धुम्राशयाचें दार.	
यु यु	तापकाची बैठक.	
व	यंत्ररक्षक द्वार.	
उ उ	दात्यांचा अर्धचंद्राकृती सेक्टर. दांडा.	
य	मध्यखीळ.	सेंटर पिन्.
ज्ञ	कंठ द्वाराची मूठ.	
क क		वेड् स्पेट
ए ए	वाळू पाडण्याची नळी	सेड् पाइप्.
फ फ	मुख्य चाकांचा समदांडा.	इक्वायलींग लि- वर.
इ इ	घटिची दोरी.	
क	उघडीचा दांडा.	
म म म	हातांत धरून चालण्या- चा दांडा.	
ब्र घ	यंत्रावर चढण्याच्या पाय- ज्या.	
र र	सांठी आणि धुम्राशया चेंदार यांस कसून बां- धलेला एक दांडा आहे.	
स स	बाष्पाशय.	स्टीमचेस्ट.
उ	झाड्याचें दार उघडण्या-	

संज्ञिक अक्षरं मराठी अर्थ.

इंग्रजी अर्थ.

क्ष	चा एक दांडा आहे.	डब्लो ऑफ कॉक
य	झाडा करण्याचें द्वार.	
	कंठ द्वाराची पाऊ (ज्या- प्रमाणें घंटेला असते तशी आहे.)	
य	दट्याचा दांडा.	
ज्ञ ज्ञ	ओढ काटी.	डॅा बार.

नागपुरकर

लोहमार्ग.

भाग १.

उपोद्घात.

Introduction.

प्रश्न १.—वाफेच्या शक्तीचा शोध कधी लागला ?

उत्तर.—वाफेच्या शक्तीचा शोध बहुतकरून विस्तार-
च्या शोधाबरोबर लागला असावा. पाण्याचें भांडें
टेबल त्याचें तोंड बंद केलें तर तें वाफेच्या जोरानें
उडतें, मग तें भांडें किती कां बळकट असेना, तरी
फुटून त्याचे तुकडे होतात. अशा अनेक अनुभवा-
वरून वाफेच्या प्रसरणशक्तीची माहिती झाली हें
साहजिकच आहे; परंतु अशी अचाट शक्ति कधी को-
णाच्या हुकमांत राहून काम देईल असें कोणा-
च्या स्वप्नांही नव्हतें. फार प्राचीन काळां
वाफेच्या बाराची आणि बंदुकीच्या दारूच्या बारा-
ची शक्ति सारख्याच मानीत असत, एका
काळां हटकलिल आणि पापीन ह्या गृहस्थानां तुंब्यांत
दड्या बर खाली करण्याकरितां वाफेच्या ऐवजीं बंदुकी-
च्या दारूचा उपयोग केला होता.

ख्रिस्ती शकापूर्वी १०० वर्षांपासून आलीकडे ह्या
विषयावर लिहिलेले निबंध आढळतात. सारांश वाक्यत्राची

माहिती दोन हजार वर्षांपासून झाली आहे. तरी ती माहिती जेम्स वॉट पासून पक्की मानली आहे. जेम्सच्या पूर्वी काहीं वाक्येने अनेक कारागिरांनी रचली होती, तरी ती जेम्सच्या पुढे फिकी पडली ती इतकी की, जेम्स वॉट द्यास “इंजिनियर लोकांचा बाप!” असे लोक म्हणू लागले. त्याचे वर्णन येथे संक्षेपाने करितो.

व्हाईड नदीच्या तीरीं ग्रिनाक नांवाच्या शहरांत तारीख १९ जानेवारी सन १७३६ रोजी जेम्स वॉटचा जन्म झाला. त्याची आईवापें मध्यम प्रतीची होती; ती उद्योगी, ज्ञानशक्तिविशिष्ट व धर्माचरणसंपन्न अशी असत. त्यांच्या बाप आज्याने सरकारच्या मोठ्या विश्वासाच्या जागा चालविल्या होत्या असा ग्रिनाकच्या दरबारांत लेख प्रसिद्ध आहे. इंग्लंडचा राजा पहिला चार्ल्स द्याच्या वेळीं ग्रिनाकच्या शेजारीं एक खेडे आहे, तेथे जेम्स वॉटचा आज्ञा प्रथम थोडीशी शेतकी करून रहात असे. हाच त्या घराण्यांतील मूळपुरुष होय.

जेम्स वॉट हा फार नाजूक प्रकृतीचा होता म्हणून त्याचा विद्याभ्यास घरीं चालत असे. त्याच्या आईने त्यास वाचावयास शिकविलें आणि बापानें लिहिण्यास आणि हिशोब करावयास शिकविलें. त्याच्या मनोरंजनार्थ त्याची आई त्यास पेनसलीनें अथवा खडूनें जमिनीवर अथवा भित्तविर रेषा काढून दाखवी. त्याच्या बापानें त्यास काहीं सुताराचीं हत्यारे आणून दिली होती, ती तो पुढें चांगल्या प्रकारें चालवू लागला.

त्याचीं लांकडाचीं खेळणीं असत तीं तो मोडून पुन्हा जुळवी आणि मुख्यत्वे करून तो ह्याच वालाभ्यासापासून यांत्रिकांत त्या काळीं सर्वांस मागे टाकून कीर्तीस चढला, इतकेंच नाही; परंतु ता वाफयंत्राचा उत्पन्न कर्ताच झाला.

ह्याप्रमाणें त्याचे लहानपणचे दिवस त्याच्या सुशिक्षित आईवापांच्या संगतींत गेले. असें सांगतात कीं, एके दिवशीं त्याच्या बापाचा स्नेही आला त्या वेळेस जेम्स घरांत कांहीं घडामोड करीत बसला होता. स्नेहानें जेम्सच्या बापास झटलें कीं “तुमचा मुलगा घरी राहून उनाडक्या करितो, त्यापेक्षां त्यास तुझीं शाळेंत कां पाठवीत नाहीं!” त्यावर जेम्सच्या बापानें उत्तर दिलें कीं “तो पाहा माझा मुलगा कामांत कसा गढून राहिला आहे!” जेम्स वॉट साहा वर्षांचा असतां त्यास रेखा गणितांतील उदाहरणें सोडविण्याचा नाद लागला. दुसरो एक गोष्ट अशी आहे कीं, एके दिवशीं टेबलावर चाहादाणी ठेविली होती तेथें जेम्स गेला आणि चाहादाणीवरिल झांकण काढून चाहादाणीच्या तोंडावर चमचा धरिला, तेव्हां चाहादाणींतून वाफ निघून चमचास लागून तेथें ती थंड होई त्या वेळेस चमचाच्या पृष्ठभागावर पाणी जमून त्याचे थेंब पुन्हा चाहादाणींत पडत; ते थेंब जेम्स मोजीत उभा राहिला होता. इतक्यांत त्याची आत तेथें आली आणि त्याच्या ह्या खेळास धिक्कारून झगाली कीं, “तुला असले रिकामे खेळ करण्याची हौस वाटते; परंतु हें फार वाईट आहे. हा काळ त्वां दुसऱ्या एकाद्या उपयुक्त कामांत खर्च

केला तर फार चांगलें होईल." ह्याच खेळावरून जेम्सने वाफेच्या यंत्रांत वाफ धंड करण्याचें एक पात्र केले आहे. त्यास 'शितक' असें म्हणतात. हे खेळ दुसऱ्या लोकांनीं पाहिले म्हणजे ते जेम्सला वेडा म्हणत.

जेम्स वॉट चवदा वर्षांचा झाल्यावर त्याची आई त्यास हवा पालटण्याकरितां म्लासगो शहरास घेऊन गेली, आणि तेथें त्यास तिच्या नातलग्याच्या घरीं ठेवून ग्रिनाकास परत आली. इकडे जेम्स घरांतल्या माणसांस नानाप्रकारच्या गोष्टी सांगे तेणेंकरून त्यांस रात्रभर जाग्रण होई. असें होतां होतां शेवटीं घरधनिनीनें जेम्सच्या आईस निरोप पाठविला कीं, त्वां सत्वर घेऊन आपला मुलगा घेऊन जाणें. त्याची गोष्टी सांगण्याची शैली इतकी चमत्कारिक आहे कीं, त्या ऐकण्याकडे सर्व मनुष्यांचे कान लागतात, आणि रात्रभर जाग्रण पडतें. असा निरोप आल्यावर त्याची आई त्यास घरीं घेऊन गेली. पुढें जेम्स व्याकरणाळपांत अभ्यासास जाऊं लागला, तेथें त्यानें ल्याटिन आणि ग्रीक भाषांचा अभ्यास चांगला केला. परंतु इतक्यावरच तो राहिला नाहीं. तो गणितांत इतका हुषार निघाला कीं, त्याच्या आधारानें तो आपल्याकरितां उपयुक्त यंत्रें रचूं लागला.

द्याशिवाय तो लहानपणीं तरतूदेचीं पुस्तकें वाचून त्यांत तो आपलें मनरंजन करी. तो रसायनशास्त्रांतिल कित्येक कृतींचा अनुभव घरीं घेत असे. त्यानें एक विजेचें यंत्र स्वतः तयार करून त्याचे धक्के लोकांस दिले. औषधींचीं आणि शस्त्रक्रियेचीं पुस्तकें तो

मनापासून वाचीत असे व त्यांतील कृति स्वतः करून पाही. एके दिवशीं शस्त्रक्रियेचा अनुभव घेण्याकरितां एका मेलेल्या मुलाचें डोकें कापून घेऊन जात असतां तो लोकांस रस्त्यांत आढळला. जें जें पुस्तक त्याच्या हातांत येई तें तें त्यानें वाचल्याशिवाय कधीं जाऊं दिलें नाहीं. एके दिवशीं त्याच्या मित्रांनें त्यास ह्मटलें कीं, त्यां आपलें वाचन कमी करावें. फार वाचल्यास मस्तक फिरेल. त्यावर जेम्सनें उत्तर दिलें कीं, “माहिती, शिक्षण, अथवा मनरंजन ज्यांत नाहीं असें एकही पुस्तक माझ्या वाचण्यांत अद्यापपर्यंत आलें नाहीं.”

पुढें प्रोफेसर रॉबिन्सननें जेम्सला वाफेच्या विषयाचा अभ्यास करण्यास सांगितलें. रॉबिन्सनचें ह्मणणें असें होतें कीं, कांहीं तरी युक्ति करून चाकांची गाडी वाफेच्या शक्तीनें चालवावी. जेम्सनेंही पुढें बोलून दाखविलें कीं, त्याकाळीं मी वाफेविषयीं फारच अज्ञानी होतो तरी ज्याप्रमाणें राबिन्सनानें यंत्राचा नमुना करण्यास सांगितलें त्याप्रमाणें मी तो तयार केला; परंतु तो नीट उतरला नाहीं. पुढें राबिन्सनही समुद्रांत सफर करण्याकरितां गेला. असे कांहीं अडथळे येऊन तो वेत तसाच राहिला. जर त्या वेळीं यंत्रशास्त्र समर्थ असतें तर त्याच वेळेस वाफेची गाडी चालू होती. ही राबिन्सनची कल्पना जेम्सच्या लक्षांत विवून राहिली ती दिवसानुदिवस वाढत जाऊन अखेर फलद्रूप झाली.

जेम्स बॉट हा फावल्या वेळांत वाफेविषयीं विचार करीत बसे. त्या वेळेस रसायनशास्त्र वाल्यावस्थेत होतें. ह्या वेळेस डॉक्टर ब्लॉक गुप्त उष्णतेविषयीं विचार करीत

होता, आणि तो जेम्स बरोबर वादविवाद करी, त्यावरून जेम्स सोपे सोपे अनुभव घरी घेत असे. जरी जेम्सने वाफयंत्राचा नमुना एकही कधी पाहिला नव्हता तरी त्याचे लक्ष तिकडे फार लागे. त्या वेळेस वाफेच्या शक्तीबद्दल स्कॉटलन्डांत कांहींच माहिती नव्हती.

स्टर्लिंगशायर येथील एलफिन्स्टन नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर सन १७५० त प्रथम वाफयंत्र खाणीतून पाणी उपसण्याच्या कामास लावले होते. जेम्स वाटच्या पूर्वी दोन चार गृहस्थांनी निरनिराळ्या तऱ्हेचीं वाफयंत्रे प्रचारांत आणली होती त्यांच्या कल्पकांविषयी राबिन्सनाने जेम्सला कांहीं विशेष सांगितले, तेव्हां त्याने त्यास स्पष्ट उत्तर दिले की, "तुम्ही त्या मनुष्याविषयी इतकी वढाई सांगू नका. मी हल्ली अशा प्रकारचे वाफयंत्र वनविले आहे" की, त्यांतून यत्किचितही वाफ वायां जाणार नाही.

प्र० २.—लोहमार्ग हणजे काय ?

उ०—जमिनीवर नियमित लांबीचे चौरस अथवा अर्ध गोल लांकडाचे तुकडे नियमित अंतराने ठेवून त्याजवर दोन लोखंडी रेल बसवून जी ओळ तयार करितात तीस लोहमार्ग असें हणतात.

प्र० ३.—ह्या मार्गाच्या चढ उताराविषयी काय नियम आहे ?

उ०—साधारण रस्त्याप्रमाणेच ह्या रस्त्यांस चढउतारणी असतात. प्रायः एका मैलांत ३०० फुटीपेक्षा ज्यास्त चढाव ठेवीत नाहीत. सपाटी पुरी होऊन चढाव

सुरू होतो त्या ठिकाणी एक लहानसा खुंट उभा करून त्यास दोन आडव्या भुजा (ऊळ्या) लावतात. ज्या बाजूकडे रस्ता सपाट असतो त्या बाजूकडील भुज समांतर दिशेस राखतात, आणि तिजवर रंगानें पातळी (लेव्हल) असें लिहितात. जिकडील बाजूस चढण असते तिकडील बाजूच्या भुजेवर चढावाच्या फुटीची संख्या लिहितात, आणि ज्या बाजूस उतरण असते त्या बाजूकडील भुजेवर उतरणीच्या फुटीची संख्या लिहितात. द्याशिवाय दुसरी अशी गोष्ट आहे की, ज्या बाजूकडे चढाव असतो त्या बाजूकडील भुज किंचित् उचलून बसवितात, ह्मणजे पाहणारा समजतो की, पुढें चढाव आहे. ज्या बाजूकडे उतरण असते त्या बाजूकडील भुज किंचित् खालीं करून बसवितात, आणि दोहों बाजूस चढाव असेल तर दोन्ही भुजा उचलून दाखवितात. आणि दोन्ही बाजूस उतरण असली तर दोन्ही भुजा खालीं दाखवितात. ह्या प्रयोगाचें स्पष्टीकरण ६४।६५।६६ आणि ६७ ह्या आकृतींवरून चांगलें लक्षांत येईल. हे खुंट मार्गाच्या बाजूस उभे केलेले असतात. त्यांस ग्रेडियन्ट पोष्ट असें ह्मणतात. त्याचप्रमाणें मार्गाची लांबी समजण्याकरितां दरएक मैलावर खुंट उभा करून त्याजवर मैलांची संख्या लिहितात. त्यास मैलपोष्ट असें ह्मणतात.

प्र० ४.—लोहमार्ग तयार करतांना डोंगर आडवा आला तर काय करितात ?

उ०—६८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें डोंगरास आरपार भोंक पाडून त्यांतून रस्ता तयार करीत नेतात

अशा भोंकास विवर अथवा बोगदा असें झणतात.

प्र० ५.—असेले बोगदे हिंदुस्थानांत कोठें आहेत ?

उ०—थळघाटांत आणि बोरघाटांत असेल विवर-मार्ग पुष्कळ आहेत.

प्र० ६.—बोरघाटांत किती बोगदे आहेत व त्यांस किती खर्च लागला होता ?

उ०—बोरघाटांत २५ बोगदे आहेत त्या सर्वांत जो एक मोठा बोकदा आहे त्याची लांबी ४३७ यार्ड आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागली होती. तें काम तारीख १४ जून सन १८५८ रोजी सुरू झालें आणि त्यास ७५,००,००० रुपये खर्च लागला.

प्र० ७.—थळ घाटांत किती बोगदे आहेत.

उ०—थळ घाटांत १३ बोगदे आहेत. त्यांतील एक मोठा बोगदा ४७४ यार्ड लांब आहे. हा घाट तयार करण्यास चार वर्षे लागली, व तें काम सन १८५७ सालीं आक्टोबर महिन्यांत सुरू झालें. ह्या घाटास ४५,००,००० रुपये खर्च लागला. ह्या खेरीज महूच्या छावणीजवळ बाईचा घाट आहे त्यांत चार बोगदे आहेत. ह्या खेरीज हिंदुस्थानांत सांगण्यासारखे दुसरे बोगदे नाहींत.

प्र० ८.—लोहमार्गास उंचवटा अथवा टेंकडी आडवी असल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीबरोबर उंचवटा कापून मधून रस्ता बांधून काढितात. त्यास खिंड (कटिंग) असें झणतात. ह्याचा देखावा ८३ व्या आकृतीत दाखविला आहे.

प्र० ९.—लोहमार्ग तयार करते वेळीं सखल प्रदेश आडवा आल्यास काय करितात ?

उ०—मार्गाच्या सपाटीपर्यंत बांध घालून त्या बांधावरून रस्ता तयार करितात. त्यास बांधण (ब्यांक) असें म्हणतात.

प्र० १०.—लोहमार्गास नदी आडवी आली तर काय करितात ?

उ०—लांकडी अथवा लोखंडी ताम्रा धिऱ्यावर बसवून त्यावरून सडक बांधून नेतात, त्यास सेतु अथवा पूल असें म्हणतात. (आकृति ६९ पाहा.) हा पूल ठाण्याच्या खाडीवरचा आहे.

प्र० ११.—लोहमार्गाविषयीं पुरातन माहिती काय आहे ?

उ०—इंग्लंडांत कोळशाच्या खाणीं फार आहेत आणि त्या खाणींतून पूर्वी घोड्यांच्या अगर बैलांच्या गाडींत कोळसे भरून इच्छित ठिकाणीं नेत असत. जों जों कोळशाचा खप फार होऊं लागला तों तों तेथील लोकांस कोळसा त्वरित पोहचवून देण्याच्या युक्ति एका मागून एक सुचूं लागल्या. बैलगाडीचे सडकेवरून चालण्यापेक्षां तिच्या चाकाखालीं विशेष गुळगुळीतपणा ठेविला तर ती बैलास ओढण्यास हलकी जाऊन वेगही पुष्कळ येईल. आणि अशा समजुतीनें त्या लोकांनीं लांकडाचे गज मारून बैलगाड्या चालविल्या. त्या गाड्यांचीं चाकें गजावरून खालीं पडून येत म्हणून त्यांस एका बाजूनें कणा राखीत. त्या वेळेच्या गजाची आकृति ८४ व्हा आकृतींत दाखविली आहे.

प्र० १२.—वाफेच्या गाडीची युक्ति कोणी काढली ?

उ०—एका कग्नाट नांवाच्या फ्रेंच मनुष्याने वाफेच्या गाडीची युक्ति सन १७६३ साली काढली. ह्या गाडीचा मूळ उद्देश तोफा वाहन नेण्याचा होता. ह्या गाडीची आकृति ८५ व्या आकृतीत दाखविली आहे. कग्नाटच्या नंतर अनेक कारागिरांनी तरतऱ्हेच्या वाफेच्या गाड्या तयार केल्या; परंतु ह्यापैकी एकास देखील वाफेच्या गाडीचे श्रेय मिळाले नाही.

प्र० १३.—तर मग तें श्रेय कोणास मिळालें ?

उ०—वाफेच्या गाडीचे श्रेय एका स्काच मनुष्यास मिळाले त्याचे नांव ज्यार्ज स्टिफन्सन.

प्र० १४.—जार्ज स्टिफन्सन विषयी काय माहिती आहे ?

उ०—जार्ज स्टिफन्सनचे पूर्ववृत्त बहुतेक शेतकीच्या आणि गुरे वळण्याच्या कामांत गेले. जार्जच्या बापास. वाफेच्या यंत्रावर आगवाल्याची नौकरी होती, त्यामुळे ज्यार्जासही थोडोडा कलाकौल्याचा नाद लागला. ज्यार्जाने आपल्या मनांत एके दिवशीं असा विचार केला कीं, चाकांवर विशेष भार ठेवावा ह्मणजे तीं जागच्या जागी फिरणार नाहीत व असें झाले ह्मणजे मग चाकांस व रुळांस दांते ठेवण्याची गरज नाही. ह्या प्रथम समजुतीवरून ज्यार्जाने एक वाफेची गाडी बनविली आणि ती त्याने प्रथम किलिंगवर्थ नांवाच्या लोहमार्गावर चालवून दाखविली, आणि ती त्याच्या मनोदयाप्रमाणें चालली. त्याने त्या गाडीचे नांव “ब्लूचर” असें ठेविलें होतें. ह्या कल्पनेवरून जार्ज स्टिफ-

न्सन ह्यास वाफेच्या गाडीचा कल्पक असें झटलें आहे. जेव्हां जेव्हां कोणा एका राजाच्या मनांत आपल्या राज्यांत लोहमार्ग आणि वाफेची गाडी बांधण्याचें येई तेव्हां तेव्हां ते जार्ज स्टिफन्सन ह्यास बोलावून आणून त्याच्या हातून तें काम पुरें करून घेत.

सन १७८१ तारीख ९ जून रोजी जार्ज स्टिफन्सन जन्मला. त्याचा बाप रॉबर्ट स्टिफन्सन हा पूर्वी स्कॉटलंड देशांतील राहाणारा असे तेथून एका इंग्लिश गृहस्था-बरोबर नौकर होऊन इंग्लंडांत आला होता. त्याची वस्ती विल्यम नांवाच्या कोळशाच्या खाणीवर एक खेडें आहे तेथें होती. रॉबर्ट स्टिफन्सन ह्यास साहा मुलें होती. त्यांत जार्ज स्टिफन्सन हा द्वितीय पुत्र होय. त्याच्या बापाचें कुटुंब मोठें असून प्राप्ति फार कमी असे. जार्ज स्टिफन्सन आठ वर्षांचा झाला नाहीं तोंच त्याच्या बापानें त्यास गुरें बळविण्यास लावलें. त्या नौकरीबद्दल जार्जास दोन पेन्स ह्मणजे साडेपांच पैसे रोज मिळे. कांहीं मुलगे खरोखर आळशी आणि अविचारी असतात की, त्यांनीं कितीही मोठ्या आश्चर्याची गोष्ट पाहिली तरी त्यांचें तिकडे यत्किचित्ही लक्ष लागत नाहीं. परंतु जार्ज असा मुलगा नव्हता. त्यास निरर्थक गोष्टी ऐकण्याचा मोठा बीट असे.

ह्याप्रमाणें जार्ज स्टिफन्सनचें पूर्व वय गुरें राखण्यांत आणि दुसरी मोलमजुरी करण्यांत गेलें. जार्ज अठरा वर्षांचा होईपर्यंत त्यास मुळाक्षरांचें देखील ज्ञान नव्हतें. तो इतक्या मोठ्या योग्यतेस चढला, याचें कारण केवळ बुद्धिबळ हेंच होय. त्यास जर विद्या अवगत असती तर

त्याने काय केलें असतें न कळे ! त्याच्या बापाच्या सह-
वासानें त्यास पुढें दुय्यम आगवाल्याची नौकरी मिळाली.
आणि येथपासून जार्जाचा आणि बाफेच्या यंत्राचानिकट
संबंध पडूं लागला. मोठमोठी सार्वजनिक कामें करून
जिकडे तिकडे त्याची मान्यता झाली. परंतु तो अविद्वान
राहिल्यामुळे त्यास मोठा खेद होई.

प्र० १५.—माल व उतारू लोक बाफेच्या गाडींतून
नेण्याची सुरुवात कधी व कोणत्या रस्त्यावर झाली ?

उ०—पार्लमें सभेच्या हुकमानें सन १८२५ तारीख
२७ सप्टेंबर रोजी स्टॉकटन आणि डार्लिंग्टन मंड-
ळीचा लोहमार्ग प्रथम सुरू झाला. त्या दिवशीं ४५०
उतारू लोक बाफेच्या गाडींतून जाण्याकरितां आले होते.
दर अवरास वारा मैलांचा वेग होता. ह्या नंतर सर्व
देशांत बाफेच्या गाड्यांचा फैलाव झाला.

ज्यावेळेस हिंदुस्थानांत लोहमार्ग बांधण्याकरितां
मिस्तर फॉक्स ह्याने वाल त्रिनिश सरकारांत सादर केलें,
त्या वेळेस एडमंड बर्क नांवाच्या एका सभासदानें बोलून
दाखविलें कीं, हिंदुस्थानांत इंग्लंडांनं पूल, रस्ते, कालवे,
तळीं वगैरे सार्वजनिक कामें कांहींच केलीं नाहींत
... जर आपणांस तेथून हाकून लाविलें तर आपण
कोण रानटी लोक होतों किंवा जनावरें होतों इत-
कें देखील कळण्याचें चिन्ह राहिल असें दिसत
नाहीं!!

परंतु ती कुचेष्टा आतां होत नाहीं. सांप्रतकाळीं
रेल्वेच्या संबधानें पाटण्यानजीक सोना नदीवर आणि
प्रयागाजवळ यमुनेवर बांधलेले पूल नामांकित आहेत.

पांच हजार मैल लांबीचा रेलवेचा रस्ता बांधला आहे. त्याचें भांडवल ८,८०,००,००० इतकें होतें. हल्लीं रेलवे इतकी वाढली आहे कीं, दक्षिण दिशेस मद्रासेहून मुंबई आणि पूर्वेस कलकत्ता, हे इलाखे रेलवेनें जोडले आहेत. द्याशिवाय वेवीशें मैलांची एक मोठी शाखा सिधून लखनौ, दिल्ली, लाहोर, मुलतान, आणि कराची इतकीं शहरे जोडते. दक्षिणेस बंगालच्या उपसागरांत हुबळी नदी आणि आरबी समुद्रांतल सिधूनदी ह्यांचीं तोंडे लोहमार्गांनें जोडलीं आहेत.

प्र० १६—लोहमार्ग बांधण्याचा मुख्य हेतु काय होता?

उ०—त्याच्या कल्पकच्या हेतूप्रमाणें पाहूं गेल्यास सांप्रत फारच फेर पडला आहे; तो हा कीं, उतारू लोकांची अमदानी फार वाढली. स्टाकतन् आणि डालिंगटन नांवाची रेलवे फक्त कोळसे नेण्याआणण्याकरितां तयार केली. पुढें दुसरी एक लिब्ररपूल आणि म्यानचेस्तर ह्यांचे दरम्यान माल वाहून नेण्याकरितां बांधली होती. त्या वेळेस उतारू लोकांपासून नफा होईल हें लोकांच्या स्वप्नां देखील नव्हतें. कारण वाफेचें यंत्र आपणांस ओढून नेईल असा भरंवसा लोकांस नव्हता. कदाचित् कोणी कल्पना काढली तर त्यास लोक वेडा समणत. एकदां असें घडलें कीं, लोकांनीं मोठा गवगवा केला आणि त्यापासून लिब्ररपूल आणि म्यानचेस्तर रेलवे कंपनीस आपला रस्ता तहकूब ठेवणें भाग पडलें, आणि पुढें लवकरच घोड्यांच्या गाड्या चालवाव्या. वाफेच्या चालवूं नयेत असा सरकारांतून अलाहिदा कायदा निघाला !!

वर सांगितल्याप्रमाणे जरी कायदा जारी होता तरी त्या कंपनीने आपणापुरताच सरकाराशी एक ठराव करून घेतला, आणि आर्ली वाफेच्या गाडीतून उतारू लोक नेणार आहोत म्हणून लोकांत जाहीर केलें. त्या वेळेस आश्चर्यकारक एक गोष्ट अशी घडली कीं, कंपनीजवळ जितक्या लोकांपुरते डबे होते त्यापेक्षा अधिक लोक आपण होऊन वाफेच्या गाडीत बसण्याकरितां आले.

पूर्वी माणसें बसण्याच्या गाड्या डांकेच्या गाड्यांप्रमाणे असत. उतारू लोक नोंदीत आणि त्यांची नांवनिशीवार याद गाडीजवळ देत. जेव्हां गाडी स्टेशानजिक येई त्या वेळेस एक मनुष्य झट फार्मावर उभाराहून विगूल वाजवीत असे. ही विगूल वाजविण्याची चाल मांचेस्टर स्टेशनावर नार दिवस चालत असे, ती नुकीच बंद झाली आहे.

जेव्हां रहदारी फार वाढू लागली त्या वेळेस कित्येक नवीं इंजने तयार केलीं. त्यांचा वेग जास्त वाढविला, माणसांचे डबे चांगले प्रशस्त बांधले. तिकिटें काढलीं, अशा अनेक सोई केल्या. पहिली मांचेस्टर आणि लिंक्स्फूल लाईन होती ती निरुपयोगी ठरून दुसरी बांधली. त्या वेळेस डांकेची गाडी दर तासास २३ मैल चालत असे. तो वेग वाढत जाऊन आतां ५० पासून ६० मैलांपर्यंत आला आहे. उतारू लोक वाहून नेणाऱ्या वाफेच्या गाडीचे वजन ३० पासून ३५ टनांपर्यंत वाढविलें. पूर्वी ते ४३ टनांचे होते. रुळांचे (दर पाडांस) ३५ पोंडांपासून ७५ पोंडांपर्यंत वाढविलें. स्लीपरांग्वाली चिरे बसविले. रुळांचीं तांडें पूर्वी खुलीच असत

तो पट्या लावून मळसूत्रांनीं आंवलून टाकलीं. लो-
खंडी रूळ काढून पोलादी घातले.

उतारू लोकांची रहदारी आतां पाहा किती वाढली
आहे ! सन १८७३ सालीं फक्त ग्रेटब्रिटनांत डे
ट्रिकिटें घेणारे ४०,१४,६५,०८० लोक होते. ह्याशिवाय
२,५७,४०० पिरि आडिकल पास विकले होते. अशा
अनेक रकमा आहेत; त्या सर्व घेतल्यास फक्त ग्रेट-
ब्रिटनांत एका वर्षांत ४४,८४,८९,०८६ इतके उतारू
लोक वाफेच्या गाडींत वसून गेले.

मि. पोरटर ह्यानें राष्ट्राच्या सुधारणुकीबद्दल निबंध
लिहिला आहे त्यावरून पाहतां असें दिसून येतें कीं, ज्या
वेळेस डांकेच्या गाड्या होत्या त्या वेळेस ३०,००,०००
उतारू दरवर्षास अथवा ८२,००० दर दिवसांत जात
असत. त्या वेळेस सरासरी दर तासास १२ मैलांचा वेग
पडून सरासरी दर उतारूस पांच शिलिंग (झणजे दर
मैलास पांच पेनी, ह्या मानानें खर्च पडे, आणि वाफे-
च्या गाडीनें ४४८ लक्षांवर रोज उतारू जाऊन त्यास
एक शिलिंग आणि दीड पेनी इतका खर्च लागे. ह्या-
वरून हल्लीं पूर्वीपेक्षां $\frac{1}{4}$ खर्च कमी पडूं लागला
आहे.

ह्याचसालीं वर सांगितलेल्या उतारूखेरीज खनिज प-
दार्थ आणि दुसरा माल मिळून १६२ लक्ष टनांचें
वजन वाफेच्या गाडींतून वाहून नेलें होतें. त्या वर्षांत
१६,२५,६१,३०४ इतके मैल गाड्या चालल्या होत्या.
ह्यावरून असा अंदाज काढला आहे कीं, दरएक सेकं.

दास चार मैलांचा रस्ता सर्व वर्षभर गाड्यांनी आच्छादिला राही.

हे काम बजाविण्यास त्या साली ११,२५५ इंजिने होती आणि त्यांच्या भट्टीत ४ लक्ष टन कोळशाची खाक होऊन त्यापासून दर मिनिटांत सुमारे ४० टन वजन पाणी बाफेच्या रूपाने वातावरणांत पसरत असे. त्या साली २४,६४४ इतके उतारू लोकांचे डबे होते; ९१२८ ब्रेके होती, ३,२९,१६३ मालाचे डबे होते, त्या वेळेस सर्व एंजिने एकत्र करून त्यांची एक माळ केली असती तर ती लंडन शहरापासून पिटोबर्ग शहरापर्यंत जाती, सुमारे २३ लक्ष पहिल्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ६२ लक्ष दुसऱ्या वर्गाचे उतारू होते, आणि ३०६ लक्ष तिसऱ्या वर्गाचे उतारू लोक होते. ज्यार्ज स्टिफन्सनचे असे ह्मणणे होते की, "असे दिवस येतील की, लोहमार्ग रावापासून रंकापर्यंत वापरण्याजोगा होईल त्या वेळी कोणो पायाने मजल करणार नाही. ती गोष्ट हल्ली घडून आली आहे.

इतका खटाटीस निर्मिन्न चालविण्यास ठेवलेल्या बंदोबस्ताविषयीची गोष्ट देखील तशीच वर्णनीय आहे. अलबत जोपर्यंत बाफेची गाडी मनुष्याकडून चालविली जात आहे तोपर्यंत त्यांत (मनुष्याच्या कृतीत) कमीपणा राहिलच, मग त्यांचे यांत्रिक कितीही सुधारलेले असले आणि ते कितीही दीर्घ विचाराने रचलेले असले तरी कामकरी मनुष्याच्या क्षणिक सुस्तीपासून मोठा अनर्थ उत्पन्न होतो ! ह्या सर्व स्थितीचा विचार करून पाहिले ह्मणजे जो बंदोबस्त ठेवला आहे त्याची वेगा-

शी तुलना करून पाहतां तो उत्तम प्रकारचा आहे असें झणणें भाग पडतें. त्यांत दक्षता आणि हस्त-चापल्य हीं मुख्य होत.

तुलनेनें पाहूं गेल्यास लोहमार्गांनं काम रात्रंदिवस कोणत्या व किती दक्षतेनें सांभाळून न्यावें लागतें हें समजणारे लोक फारच थोडे सांपडतील. हा मार्ग सतत पाहणीखालीं असतो. एक मुकद्दम असतो, त्याच्या हाता-खालीं नियमित संख्येचे विगारी असतात. त्याच्या मदतीनें मुकद्दमास नियमित हद्द करून दिली असते, रूळ आणि त्यांच्या बैठकी (खुर्च्या) खणखणीत असून त्यांचीं बंधनें बरोबर आहेत आणि त्याचप्रमाणें रस्ता निष्प्रतिबंध आहे किंवा नाही हें पाहण्याचें काम या मुकद्दमाचें असतें. द्याशिवाय मार्गाच्या संगमावर, आणि शाखांवर सांधेवाले नेमलेले आहेत.

लोहमार्गाचें काम कसें चाललें आहे हें पाहून त्या-चा रिपोर्ट करण्याकरितां सरकारांतून इन्स्पेक्टर लोक नेमले ते गाड्यांच्या घडघडाटानें आणि वेगानें अगदीं गोंधळून गेले. टेलर जंकशूनाच्या स्टेशनावरील कामाचा रिपोर्ट सर फ्रेडरिक स्मिथ ह्यानें केला त्यांत असें दर्शविलें आहे कीं, २४ तासांत २३ उतारुंच्या गाड्या ह्या स्टेशनावरून जातात. अशा ह्या अवाढव्य कामांत फक्त बंदोबस्तच विशेष पाहिजे इतकेंच केवळ नाही; परंतु येथील कामदार लोक सदां ज्यागृत आणि उत्साहयुक्त असें असावे.

प्र० १७-वाफेच्या गाडीची दिशा फिरविण्याची युक्ति कशी आहे ?

उ०—वाक्रेची गाडी फिरविण्याकरितां एक प्रकारचा चौरंग आहे, त्यास टर्न टेबल असें ह्मणतात. लांकडी अथवा धातूचीं दोन बाह्यालें एका पाटीवर बसवून ती पाटी एका कुसावर तोडलेली असते. ती त्या कुसावर मोकळेपणीं वाटोळी फिरते. मार्गाच्या सपाटीखालीं एक वाटोळी आणि यंत्राच्या लांबीइतक्या व्यासाची खांच खणून मध्य केंद्र उभें करितात. आणि त्यावर बाह्यालाची पाटी ठेवितात. ह्या चौरंग वर यंत्र आणून उभें केले आणि बाह्यालांची जोडी फिरविली ह्मणजे तिच्या अर्धे फेऱ्यांत यंत्राचें तोंड फिरतें. यंत्र रस्त्यावरून चौरंगावर येतांना आणि चौरंगावरून रस्त्याकडे जातांना बाह्यालें खालीं दबूं नयेत ह्मणून त्यांच्या दोन शेवटांस दोन चाकें लावितात तीं अशावेळीं यंत्राच्या भारास टेकू होतात. हीं चाकें खांचेंत एका वर्तुळ लोहमार्गावर फिरतात. (आ. ८५ पाहा.)

प्र० १८—यंत्र फिरविण्याची दुसरी युक्ति काय आहे!

उ०—इंग्रजी Y सारख्या आकाराची एक रुळांची ओळ मांडून तिजवरून यंत्र फिरवितात. (आ. ७० पाहा.) ह्या आकृतींत अ क आणि ब क हीं दोन वांकणें आहेत. आतां अ वाणाच्या दिशेनें मुख्य रस्त्यावर यंत्र उभें असेल तर त्यास अ क वाणाच्या दिशेनें अ क वांकणावर आणून उभें करावें. आणि क ब वांकणाकडे जातांना (ब वाणानें दाखविल्याप्रमाणें) क दि. काणापासून यंत्र येऊन उभें राहिलें ह्मणजे ह्याचें तोंड ब वाणाच्या दिशेंत होईल.

प्र० १९-एका ओळीवरील गाडी दुसऱ्या ओळीवर कशी घेतात ?

उ०-७८ व्या आकृतीत दोन ओळी एका ठिकाणी मिळवून दाखविल्या आहेत. आकृतीत ब अ ह्या दोन ओळी आहेत त्यांत ब ओळ मुख्य असून अ ही शाखा आहे; ती १, २ ह्या बिंदू पासून फुटते (अथवा ती तेथे येऊन मिळते.) हिचा सांधा ३ ठिकाणी आहे, १ आणि २ ही रुळांचीं तोंडे अशा रीतीने वसविलीं आहेत कीं, तीं आपल्या बैठकीवर मोकळेपणीं मागे पुढे सरतात. तीं मागे पुढे करण्याकरितां तेथे एक मनुष्य ठेवितात. आकृतीत अ शाखेवर (बाणाच्या दिशेने) गाडी येणार आहे लहान रुळाचीं टोके मागे ओढून धरलीं आहेत. जेव्हां गाडी ब ओळीवर घेणें असेल तेव्हां तीं टोके झुन्याच्या रेषेवर येऊन राहतील. हीं टोके मागे पुढे सारण्याकरितां त्यांस एक दांडा जोडून त्या दांड्याचे दुसरें शेवट ओळीपासून दूर नेऊन त्यास एक भुज लावलेली असते. ही भुज एका अटीवर फिरते, ती फिरविली लगेच गाडीची वाट बदलते.

प्र० २०-वाफेची गाडी चालविण्याची मुख्य धोरणे काय आहेत ?

उ०-ह्या गाडीचें चालणें अगदीं हुकमी नसतें लहान भरधांव गाडी चालत असतां ती एकदम उभी करण्याचें मनांत आणल्यास एकदम घडत नाहीं, लहान पुढें कांहीं अंतरावर थांबावयाचें असल्यास तिचा वेग पूर्वीपासून कमी करावा लागतो. स्टेशनापासून दोन्ही बाजूंस सुमारें आध्या अथवा पाऊण मैलावर गाडी

चालविणारास दुरून दिसेल असें चिन्ह उभें करून ठेवितात (आरु. ८१ पाहा.) ह्या चिन्हास सिग्नल असें म्हणतात. (आरुति ८० पाहा.) आरुतिंत अ अ हा लांकडाचा खांब उभा आहे, त्यास ब फळी आडवी लावली आहे, ती एका दांड्याने वर खाली करितात.

प्र० २१—फळी वर खाली करण्याची आवश्यकता कां असते ?

उ०—स्टेशनांत अनेक प्रकारचे अडथळे ओळीवर असतात. ज्या ओळीवर एक गाडी ध्यावयाची आहे अशा ओळीवर दुसरी एकादी गाडी कांहीं अडचणीस्तव उभी असते, किंवा रुळाची फिरवाफिरव होत असते; अशा अडचणी अनेक असतात, म्हणून दुसरी गाडी स्टेशनांत येऊं देण्यापूर्वी ती गाडी, ज्या ओळीवर ध्यावयाची असेल ती ओळ साफ आहे अशी खात्री झाल्यानंतर फळी खाली करितात, म्हणजे वाहेरून येणारा गाडीवान आंत येतो. हा नियम खात्यांत सर्वास कळविलेला असतो, म्हणून फळी खाली झाली नाही तर गाडीवान त्या चिन्हापर्यंत येऊन तेथें देन उभी करितो.

प्र० २२—फळीस लाल रंग देण्याचें कारण काय ?

उ०—वाकेच्या गाडीचा वेग कमी करण्यास खुणांचें साह्य ध्यावें लागतें. रंगाच्या खुणा दिवताकरितां आणि दिव्याच्या खुणा रात्रीकरितां ठरविल्या आहेत. गाडीस पूर्ण वेगानें जाऊं देणें असेल तर (अथवा रस्ता साफ असेल तर) पांढरा रंग अथवा पांढरा दिवा दाखवावा.

12432 dk. 30.5.66 Rs.5

कांहीं अडचणीतव गाडी हळू चालविण्याची गरज असेल तर फळी खाली करावी अथवा हिरवा दिवा दाखवावा. गाडीस एकदम उभी करणे असेल तर लाल रंग अथवा लाल भिंगाची बत्ती दाखवितात.

वाफेच्या गाडीस थांबविण्याची युक्ति अशी आहे कीं, एक मळसूत्र असतें तें फिरविलें ह्मणजे चाकाच्या दोन बाजूंस दोन लांकडाचे अथवा धातूचे ठोकळे असतात ते त्यासरसे चाकाच्या धावेस दोहोंकडून आं-वळून चाकांस फिरूं देत नाहींत. त्यांनीं इतकें काम बजाविलें ह्मणजे मग जरी चाकें न फिरतां घसटत चाललीं तरी त्यांचा दोष ठोकळ्यांकडे नसतो. एका मनुष्याकडून हें मळसूत्र फिरविण्याची मात्र गरज असते.

प्र० २३—मनुष्याच्या श्रमाशिवाय गतिरोधक गाडी उभी करूं शकतात किंवा नाहीं ?

उ०—होय, थोड्या दिवसांपासून गतिरोधकांवर बाफे-च्या साह्यानें हवेचा दाब पाडून त्यांस आंवळतात. हवा दाबण्याकरितां एक अलाहिदा वाफेचें यंत्र इंजिनावर टेंवलेलें असतें तें चालविलें ह्मणजे गतिरोधकावर हवेचा दाब पडूं लागतो, तेणेंकरून इंजन आणि त्याच्या मार्गे जितके डबे असतील तितक्यांचीं गतिरोधकें एकदम आपआपलीं चाकें बंद करून टाकतात. डब्याडब्यांतून हवा नेण्याकरितां एक रबराची नळी असते. गाडीवा-नास पाहिजे त्या वेळीं गाडी उभी करण्याचें हें एक उत्तम साधन निघालें आहे. ह्या प्रकारचे गतिरो-धक अनेक कारागिरांनीं तयार केले आहेत, त्यांत वेस्टिंग

हौस नांवाच्या स हेवानें केलेला गतिरोधक मुख्य आहे. हल्ली त्याचा उपयोग सर्वत्र करितात. हिंदुस्थानांत देखील ही तऱ्हा आतां जागोजाग घेऊं लागले आहेत.

उपोद्घात समाप्त.

भाग २.

वाफयंत्राविषयी.

Steam Engine.

प्रश्न २४—वाफयंत्रांत चरशक्ति कशी आणिली आहे ?

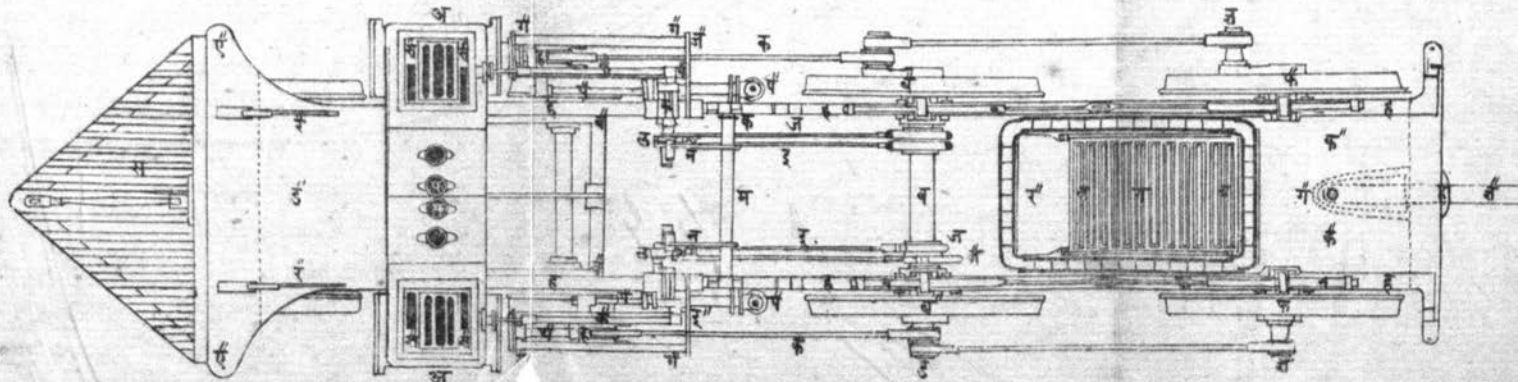
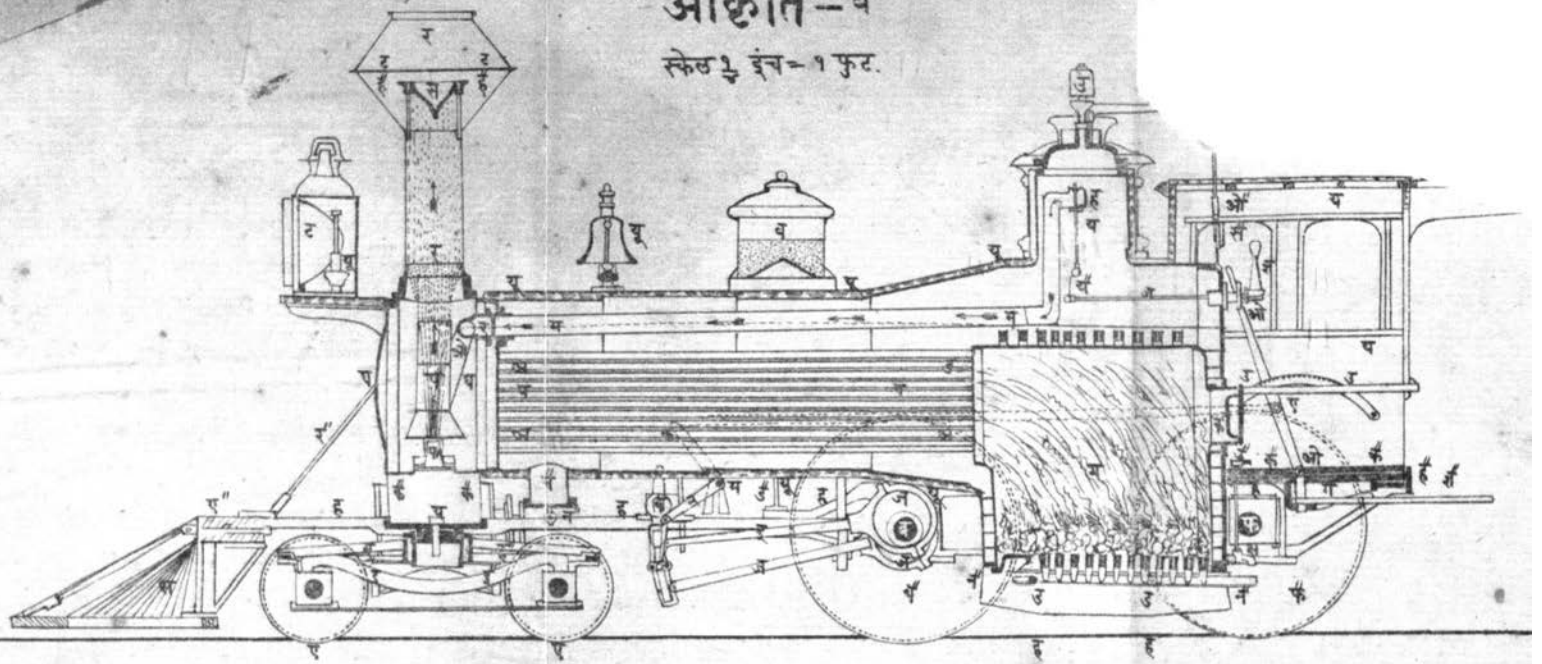
उत्तर—वाफेचीं यंत्रें चालविण्याकरितां वाफेच्या प्रसरणशक्तीचा उपयोग केला आहे.

प्र० २५—वाफेची प्रसरण शक्ति यंत्रांत घेऊन निजपासून चलन घडतें, तें कसें ?

उ०—ज्याच्या एका तोंडापासून दुसऱ्या तोंडापर्यंत दृष्ट्या खेळतो, अशा एका तुंब्यांत तीस घेतात (आकृती १ पाहा) हीत हा तुंबा अ अक्षरानें दाखविला आहे. क आणि ड हीं त्या तुंब्याचीं तोंडें जाणावीं. आतां ह्या तुंब्याच्या क तोंडावाटे वाफ आंत सोडली तर दृष्ट्या तिच्या जोरानें ड तोंडाकडे जाईल, आणि तो दृष्ट्या तेथें गेल्या नंतर त्या वाफेस खुली करून दिली आणि पूर्ववत प्रमाणें ड तोंडावाटे दुसरी नवी

आकृति-व

लेव ३ इंच = १ फुट.



आकृति-क

वाफ तुळ्यांत सोडली तर (आरुतीत दट्ट्या व अक्षरानें दाखविला आहे) दट्ट्या पूर्वे टिकाणीं येईल, क्षणजे क तोंडाकडे येईल; व्याप्रमाणें वाफेस एका रस्त्यानें आत घेऊन दुसऱ्या रस्त्यानें खुली करीत गेलें तर दट्ट्यास मागे पुढें सरण्याची अर्थांत गति उत्पन्न होईल. आतां हीच गति र दांड्यास मिळावी क्षणनित्याचें एक टोंक दट्ट्यात खिळवून टाकलें आहे. सारांश कीं, दट्ट्या फिळ लागला क्षणजे त्याच्या बरोबर दांडाही मागे पुढें होऊं लागतो. स्पष्टीकरणार्थ तुळ्याच्या दोन तोंडांस मागलें आणि पुढलें तोंड अशी संज्ञा दिली आहे.

प्र० २६-वर सांगिलेल्या दट्ट्यास सरळ गति असतां ती चक्राकार गर्तीत कशी आणिली आहे ?

उ०-सरळ गतीस चक्राकार गर्तीत आणण्याकरितां दांड्याचें दुसरें टोंक दुसऱ्या एका इ व्या दांड्यास जोडून त्याचें दुसरें टोंक आंसाच्या संबंधांत असलेल्या प व्या पाऊस जोडलें आहे. आंसाचें एक टोंक स व्या अक्षरानें दाखविलें आहे (आ. २ पाहा) आतां उघड आहे कीं, व दट्ट्या र वाण्याच्या दिशेंत सरकला तर, त्यापासून पाऊस न वाणाच्या दिशेंत झुकवें लागेल. परंतु हा शौक सतत चालणार नाही; कारण कीं, जेव्हां पाऊ ५ व्या आरुतीत दाखविलेल्या शून्याच्या ओळीपर्यंत येऊन पोचेल तेव्हां दट्ट्या सरकण्याकरितां जी शक्ति योजिली असेल ती पाऊस फेरा पुरा कळं देण्यास समर्थ होणार नाही. व हाच प्रकार जेव्हां पाऊ विरुद्ध दिशेनें झुकून येईल तेव्हांही घडून येईल. व्या (पाऊ

यांवण्याच्या) ठिकाणांस पाऊचे मृतविंदु असें झणतात. सारांश की, ह्या ठिकाणीं पाऊ आली झणजे वाफेची शक्ति पुरेनाशी होऊन पाऊ लटपटते.

प्र० २७—हे मृत विंदू पाऊ वलांडून कशा जातात कीं, ज्यामुळे त्यांचा फेरा पुरा होतो ?

उ०—स्थायिक वाफ यंत्रास जड आणि विस्तीर्ण असें एक चाक लावतात (त्यास फ्लायव्हील असें झणतात) हे चाक २ व्या आकृतीत फ फ अक्षरांनीं दाखविलें आहे. दिलेल्या शक्तीने पाऊ एका मृतविंदूपासून दुसऱ्या मृतविंदूपर्यंत जात असतां त्या शक्तीपासून उडत्या चाकास चांगला हेलाकावा वसतो आणि त्यामुळे तें चाक पाऊस आपल्या बरोबर मृतविंदूवरून खेचून नेतें. ह्याच कारणास्तव स्थायिक वाफयंत्रास ह्या उडत्या चाकाची आवश्यकता असते.

प्र० २८—तुंब्यांत वाफ घेणें आणि बाहेर सोडून देणें हें कसें घडतें ?

उ०—(आ. २ पाहा) तीस क आणि ड ह्या रस्त्यानें आंत घेतात आणि ज रस्त्यानें बाहेर घालवितात. पहिल्या दोन रस्त्यांस वाष्पमार्ग आणि दुसऱ्यास श्वासमार्ग असें झणतात. ज मार्ग क आणि ड ह्यांच्या मध्ये आहे व तो हवे बरोबर मिळालेला असतो. क, ड, ह्या रस्त्यांतून वाफ तुंब्यांत भरली झणजे ती ज मार्गानें बाहेर पडते, त्या वेळेस पफ् असा ध्वनि निघतो. (आकृति ४ पाहा). फ फ तोंडावर क हें एक कळीचें दार फिरत असतें. त्यास फिरती उघडी अशी संज्ञा दिली आहे. ही उघडी अशा रीतीनें वसविले-

ली आहे की, तिच्या मागे पुढे फिरण्याने वाष्पमार्ग एकदा उघडतील आणि दुसऱ्याने बंद पडतील. ही उघडी तुंब्यावर लोखंडी पेटित बसविलेली आहे. ह्या पेटित बाष्पाशय असे क्षणतात; कारण की वाफ कामास लागण्यापूर्वी तो ह्या पेटित सांचून राहते, नंतर उघडी फिरू लागली क्षणजे थोडथोडी तुंब्यांत उतरते. जेव्हां २ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे उघडी एका ठिकाणी उभी असते त्या वेळेस पुढला वाष्पमार्ग उघडा राहतो, आणि त्यांतून वाफ तुंब्यांत उतरते त्यामुळे दट्यावर थप्पड बसून तो मागे येतो त्या वेळेस उघडी ३ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे सरकते, त्यामुळे ड (क्षणजे मागचा) मार्ग उघडा पडून त्या वाटे तुंब्याच्या मागल्या तोंडांत वाफ भरते. येथे असे दिसून येईल की, उघडीच्या कमाणेदार भागाने पुढला वाष्पमार्ग आणि श्वासमार्ग झांकले जाऊन पूर्वी जी तुंब्याच्या पुढल्या तोंडावाटे वाफ आत भरली असेल ती पुन्हा क द्वारावाटे श्वासमार्गातून हवेत जाईल. उघडी आळीपाळीने मागे पुढे सरू लागेल त्या वेळेस, वाफ पुढल्या तोंडाकडून आत भरून दुसऱ्या तोंडावाटे बाहेर पडेल. ह्याप्रमाणे उलट सुलट क्रिया घडू लागेल.

प्र० २७-उघडी वाफेस तुंब्यांत घेते आणि बाहेर घालवून देते हे सांगितले, परंतु ती वेळच्या वेळीं मागे पुढे कशी सरकते?

उ०-ही रूति एका विषम केंद्रिय चक्राकडून साधून घेतली आहे. हे चक्र व त्याची भुज ६ व्या आकृ-

तीत दाखविलीं आहेत. ह्या विषम केंद्रिय चक्रास धांव असते ती त्यावर स्थायिक असून चक्र मात्र तिच्या आंत फिरतें. वर सांगितलेली जीं मुज आहे तीच ह्या धांवेस अचळ ठेवते. असें नसतें तर चक्राबरोबर धांवही फिरती; परंतु येथें तसा प्रकार घडत नाही. ही धांव बारंवार साफ करण्याकरतां काढून घ्यावी लागते. ह्मणून तिचीं दोन अर्धे करून बसविलीं आहेत; ती आडच अथवा सईल करणें झाल्यास मळसूत्रें फिरवावीं. हिच्या एका अर्धास मुज बसविली आहे, व विषम केंद्रिय चाक आंसास जोडलें आहे. ६ व्या आकृतीच्या रचनेवरून स्पष्ट रीतीनें दिसून येईल कीं, विषम केंद्रिय चाक धांवेच्या आंत फिरूं लागलें ह्मणजे धांवेस जोडलेल्या मुजेस मार्गें पुढें होण्याची गति येईल. त्यांत मुज पुढें जाईल त्या वेळेस ह्या विषम चक्राची मोठी वाजू पुढें असेल, आणि मुज मार्गें येते वेळीं लहान वाजू पुढें होईल. आतां ह्या मुजेचा संबंध एकदम उघडीशीं ठेवला ह्मणजे उघडीही मार्गें पुढें सरकूं लागेल; परंतु आगगाडीच्या यंत्रांत हें विषम केंद्रिय चक्र मुजेच्या पातळींत राहत नाही. उघडी वर आणि विषम केंद्रिय चाक खालीं असें असतें, ह्मणून त्यांची पातळी राखण्याकरतां मध्यें एक उभा दांडा एका आंसावर बसवितात त्याच्या खालच्या टोंकास वर सांगितलेल्या मुजेचें दुसरें टोंक जोडलेलें असतें आणि त्याच्या दुसऱ्या (ह्मणजे वरच्या) टोंकास दुसरा एक अलाहिदा दांडा जोडलेला असतो (हा म अक्षरानें दाखविला आहे) व त्याच्या दुसऱ्या टोंकाचा संबंध उघडीस केलेला असतो. २ व्या आकृतींत हा उभा

दांडा र र ह्या अक्षरांनीं दाखविला आहे. ह्यास इंग्रजीत राकर (डोल्पा किंवा डोलणारा) असें म्हणतात. विषम केंद्रिय चक्राकडून राकरास मिळणाऱ्या शोंक्याची दुसरी दिशा शून्यांच्या ओळीनें दाखविली आहे. (आकृति २ री पाहा) ह्यावरून उघड दिसून येईल कीं, आंस स आणि विषम केंद्रिय चाक ग हीं फिरलीं म्हणजे राकरास शोंकाकार गति मिळेल आणि ती घर सांगितलेल्या उघडीस मिळवून दिली म्हणजे उघडी वेळच्या वेळीं मागे पुढें सरेल.

भाग ३.

हवा आणि वाफ ह्यांच्या शक्तीविषयी.

Forces of Air and Steam.

प्र० २८—हवेचा दाब म्हणजे काय ?

उ०—हवेचा दाब म्हणजे तिची वजनशक्ति होय; आणि ती ज्या ज्या विंदूवर राहते त्या त्या सर्व विंदूवर तिचा दाब पडतो. पृथ्वीच्या गोळ्यासमोवती ५० मैल जाडीचे हवेचे वेष्टण आहे त्याचप्रमाणें तें सर्व पदार्थांवर आहे आणि हवेस वजन आहे म्हणून तिचा दाब सर्वांवर पडतो.

प्र० २९—हवेस वजन आहे म्हणून सांगितलें, परंतु तें कसे सिद्ध करून दाखवितां ?

उ०—हें सिद्ध करून पाहणें असल्यास एक खराचा हवेनें भरलेला फुगा वजन करावा, आणि त्यांतून

हवा काढून तो पुन्हा वजन करावा, ह्मणजे त्याचें वजन दुसऱ्या वेळीं कमी भरेल. मात्र हा चमत्कार सूक्ष्म रीतीने पाहिला पाहिजे; परंतु फुगा मोठा ह्मणजे हजार घागरी पाणी राहो इतका असेल तर हा चमत्कार नुस्ता डोळ्यांनीं देखील समजून येईल, व ह्याचप्रमाणें पुढेंही जाणावें.

प्र० ३०—आपल्या शरीरास हा दाब कां समजून येत नाही ?

उ०—ह्याचें कारण असें आहे कीं, हवा आपल्या शरीराच्या सर्व वाजूंवर सारखी पडून ती एका वाजूनें जितकी आपणास दाबते तितकीच ती दुसऱ्या वाजूनें दाबते, ह्मणून अनेक दिशांकडून पडणारे दाब परस्परान्त साम्यता राखतात, ह्मणून तो दाब आपल्या शरीरास समजून येत नाही; परंतु ह्या साम्यतेत फरक पडला तर त्यापासून अनेक चमत्कार घडून येतात. उदाहरणार्थ—एका तोंडास बंद असलेल्या अशा नळीतून हवा तोंडांत ओढून घेतली तर, नळीत जीम भरते, ह्मणजे नळी जिभेस चिकटते दुसरा प्रकार असा आहे कीं, कमावलेल्या चामड्याचा तुकडा साधारण अवस्थेंत असतां तो कशासही चिकटत नाही; परंतु त्यास ओला करून गुळगुळीत आणि सपाट दगडावर आंथरून खूप दाबून बसविला तर, तें चामडें वर उचलूं गेल्यास तें दगडासहित उचलेल. तिसरा प्रकार असा आहे कीं, एक तोंड द्रवांत बुडालें आहे अशा नळीच्या दुसऱ्या तोंडावाटे हवा तोंडांत खेंचून घेतली तर द्रव वर चढून तोंडांत येतो. हे चमत्कार हवेच्या दावानेंच घड-

तात. त्यांपैकी पहिल्या चमत्कारांत, एका वाजूच्या हवेच्या दावानें मनुष्याची जीभ नळींत भरते, दुसऱ्यांत हवेचा दाव चामड्यावर पडून तें दगडास चिकटतें, आणि तिसऱ्यांत हवेचा दाव द्रवावर पडून तो द्रव नळींत वर चढतो. ह्या दावास वातावरणाचा दाव असें म्हणतात.

प्र० ३१—वातावरणाच्या दावाचें प्रमाण काय आहे व तें कसे मापतात ?

उ०—हें दर एक चौरस इंचावर मापतातात, आणि तें पृथ्वीच्या दर एक चौरस इंच जाग्यावर १५ पोंडांच्या वजनाचें असतें. उदाहरणार्थ ७ व्या आकृतींत दाखविल्या प्रमाणें आपल्याजवळ एक अ तुंबा आहे त्यांत वायुनिरोधक असा ब दट्या असून त्याचें क्षेत्रफळ एक चौरस इंचाचें आहे असें ग्रहण केलें आणि जर त्या तुंब्यातील दट्याच्या वरच्या वाजूवरची हवा काढून टाकली तर दट्याच्या खालील हवा त्यास वर सरकवील; ती इतक्या जोरानें की, त्या दट्यावर (आकृतींत दाखविल्या प्रमाणें) १५ पोंडांचें ओझे लादलेलें असलें तरी तें ती उठवूं शकेल. मात्र दट्या तुंब्यांत निष्प्रतिबंध फिरता असावा. परंतु पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर चढत अगर उतरत गेल्यानें ह्या दावांत तफावत पडूं लागते. ह्याचें कारण असें आहे कीं, सपाटीपेक्षां उंचवट्यावर हवा पातळ असते आणि खार्णीत ती सपाटी-

१. वास्तविक रीतीनें तें १४. ७ पोंड असतें; परंतु प्रचारांत तें १५ पोंड धरलें आहे.

पेक्षां अधिक दाट असते ह्मणून दावांतही फेरफार होतो.

प्र० ३२—वाफ ह्मणजे काय ?

उ०—वाफ हें पाणी असून तें उष्णतेच्या योगानें वायुरूप होतें, व सर्व ऋतूंमध्ये पाण्याच्या पृष्ठभागावरून कण उडून त्यांचीं ढगें बनतात; परंतु हा प्रकार केवळ मंद उष्ण मानावर घडतो तो केवळ पाण्याच्या पृष्ठभागावरच घडतो. परंतु २१२ अंशांच्या उष्ण मानावर पाणी भांड्यांत कढविलें तर, पाण्याच्या गोळ्यांतील कण (जे भांड्याच्या तप्त पृष्ठभागावर राहिलेले असतात ते) वायुरूप होतात, आणि बुडबुड्यांच्या रूपानें पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे येतात. ह्या चमत्कारास आपण कढणें असें ह्मणतो, परंतु एथें एक गोष्ट सांगणें आहे ती ही कीं, आगगाडीच्या चिमणीवाटे जो पांढरा ढग अथवा गोळा निघतांना दिसतो ती खरी वाफ आहे असें समजूं नये. पाण्याचे लहान लहान कण थंड हवेबरोबर मिळून ते पाहणाऱ्यास ढगाप्रमाणें पांढरे दिसतात. खरी वाफ अदृश्य असते, ह्मणजे तीस रंग नसतो. हें पाहावयाचें असल्यास ती जेव्हां चिमणीतून बाहेर पडते तेव्हां चिमणीकडे सूक्ष्मरीतीनें लक्ष लाविल्यास चिमणीच्या तोंडाच्या आति संनिध भागाजवळ वाफेचा प्रवाह दृष्टोत्पत्तीस येत नाही; परंतु जसजशी ती वर चढते तसतशी तीत थंड हवा मिळून तिचा पांढरा गोळा दिसूं लागतो.

प्र० ३३—उघड्या भांड्यांत पाणी कढविलें तर काय होतें ?

उ०—त्याचें उष्णमान कांहीं वेळ वाढत जाऊन पुढें त्या पाण्याचें वाष्पीभवन होऊं लागतें, व सरतेशेवटीं कणांचें बुडबुडे निघून पृष्ठभागाकडे येतात आणि येणें करून कढण्याची क्रिया सुरू होते. पुढें कढणें सुरू झालें ह्मणजे त्याच्या बरोबर उष्णमान वाढत नाही, आणि सर्व पाणी कढून जाई तोपर्यंत तें जितक्याचें तितकेंच असतें. सारांश कीं, जर उष्णता जास्त लाविली तर, कढण्याची क्रिया मात्र जलद घडेल, आणि थोडी लाविली तर, कमी घडेल. ज्या विदूवर वाष्पीभवन होतें त्यास कढाचा बिंदु असें ह्मणतात हा उष्णता-मापक यंत्रानें समजतो.

प्र० ३४ उष्णतामापक यंत्र ह्मणजे काय ?

उ०—उष्णतामापक यंत्र (ज्यास इंद्रजीत धर्मा-
तर असें ह्मणतात,) झटलें ह्मणजे एक कांचेची नळी
असते त्या नळीस खालच्या बाजूस एक फुगा असतो, व
तोत पातळ पदार्थ भरतात. ती नळी एका फळीस
बसवून त्या फळीवर अंश मांडतात, त्या अंशाच्या
योगानें तो पातळ पदार्थ किती प्रसरण पावला
(फुगला) हें कळतें. ह्या यंत्रांत बहुधा पाण्याची योजना
करितात; कारण कीं, उष्णता जसजशी जास्त होते किं-
वा कमी होते त्या मानानें कमीजास्त आकुंचन किंवा
प्रसरण पाण्याचेठायीं जसें सूक्ष्मपणें घडतें तसें दुसऱ्या
कोणत्याही पातळ पदार्थाच्या ठायीं घडत नाही. ह्या
फळीवर जे अंश मांडलेले असतात त्यांपैकीं एकास
कढाचा बिंदु आणखी एका अंशास यिजण्याचा
बिंदु असें ह्मणतात. कढण्याच्या बिंदूचा असा अर्थ

आहे की, पाप प्रसरित होऊन त्या विंदूपर्यंत चढण्यास त्याच्या अंगी जितकी उष्णता लागते तितकी उष्णता पाण्यांत शिरली असतां तें कढूं लागतें. आतां यिज-
ण्याचा विंदु ह्मणजे पाण्यांत जितकी उष्णता असतां तो आकुंचित होऊन त्या विंदूपर्यंत उतरतो व तितकी उष्णता पाण्यांत उरली असतां तें गोठूं लागतें. उष्णता-
मापक यंत्रे अनेक आहेत व त्यांच्या शेवटच्या विंदूत तळावत असते व त्या सर्वांवर अंशही सारखे मांडलेले नसतात. फा-हेनैतचें उष्णतामापक यंत्र विलापतेंत चालू आहे, सेंटीग्रेडचें फ्रांसांत चालू आहे, आणि रुमरचें जर्मनींत आणि प्रुशिपेंत चालू आहे. पहि-
ल्याचें ह्मणजे फा-हेनैतरुत उष्णतामापकाचे २१२ अंश केले आहेत आणि त्याच्या ३२० अंशांत यिज-
ण्याचा विंदु आणि २१२ व्या अंशास कढण्याचा विंदु असें ह्मणतात. दुसऱ्या उष्णतामापकांत ह्मणजे सेटी-
ग्रेडरुत थर्मामेतरांत फक्त १०० अंश असतात. त्यांत जेथें शून्य असतें त्या विंदूवर पाणी यिजतें आणि १०० व्या अंशावर पाणी कढतें आणि तिसऱ्या प्रकार-
च्या उष्णतामापकांत ह्मणजे रुमररुत थर्मामेतरांत फक्त ८० अंश असतात, त्यांत जेथें शून्य असतें त्या ठिकाणीं पाणी यिजतें आणि ८० व्या अंशावर तें कढतें. आरुतींत हीं कोष्टकें फा-हेनैतच्या थर्मामेतरांत काढून दाखविलीं आहेत. (आरुति ९ पाहा.)

प्र० ३४-कढाचा विंदु कशावर अवलंबून असतो?

उ०-तो मुख्यत्वेकरून पाण्याच्या पृष्ठभागावरील हवे-

च्या दावावर व कांहीं अशीं पाण्याच्या स्वच्छतेवर अव-
लंबून असतो. जसें, जें कढणें २१२ अंशांच्या उष्ण-
तेवर साधारण वातावरणीय दावाखालीं घडतें तेंच पर्व-
ताच्या शिखरावर सखल जमिनीपेक्षां कमी उष्णमानावर
घडतें. निर्वात नळींत साधारण हाताच्या उष्णतेनें देखील
पाणी कढतें. त्या वेळेस ९२ अंशांची उष्णता हाता-
कडून त्यास मिळते.

प्र० ३५—उघड्या भांड्यांतून जेव्हां वाफ बाहेर
पडते तेव्हां तिचा दाब किती असतो ?

उ०—तिचा दाब ज्या वातावरणांत कढण घडो त्या
वातावरणाच्या दावाइतकाच असतो. व्यवहारांत हा
दाब १५ पौंडांचा आणि कढाचा बिंदु २१२ अंशांचा
असें मानिलें आहे, तथापि जर आपण पर्वतावर (ह-
णजे जेथें दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर १० पौंडांचा
वातावरणाचा दाब असतो तेथें) जाऊन पाणी कढविलें
तर १९३.३ अंशांच्या उष्णमानावर कढतें व त्यांतून
जी वाफ बाहेर पडते तिचा दाब तेथील वातावरणाच्या
दावाइतका (हणजे १० पौंडांचा) असेल. आणि
ह्याच्या उलट कृति करून हणजे खणींत जाऊन पाहि-
लें तर २२८ अंशांची उष्णता लागे तोंपर्यंत पाणी
कढणार नाही. कारण सपाटीपेक्षां तेथें वातावरणाचा
दाब भारी हणजे दर चौरस इंचाच्या जमिनीवर २०
पौंडांचा दाब असेल, हणून पाण्यांतून ह्या ठिकाणीं
जी वाफ निघेल तिचा दाब २० पौंडांचा असेल. ह्या
तीन प्रयोगांत तीन प्रकारची भिन्नता आहे ती अशी कीं,
१५ पौंड सपाट जमिनीवर दर चौरस इंचास वातावरणाचा

दाव १५ पौंड असून तेथें पाणी २१२ अंशांवर कढतें, आणि पर्वतावर तें १९३.३ अंशांवर घडून तेथील वातावरणाचा (दर चौरस) इंचास १० पौंडांचा दाव असतो आणि खार्णीत तो दर चौरस इंचावर २० पौंडांचा दाव असून तेथें पाणी २२८ अंशांच्या उष्णमानावर कढतें.

प्र० ३६—जर बंद भांड्यांत पाणी घालून कढविलें तर काय होतें ?

उ०—अशा बंद भांड्यांतील वाफ प्रथम पाण्यांतून निघून पाण्यावरील पोकळीत भरते, आणि जर तीस बाहेर पडू न दिलें, तर तिचा दाव जास्त होत जातो, आणि त्या पाण्याचें आणि वाफेचें उष्णमान दाबावरोबर वाढत जातें, आणि जोंपर्यंत उष्णमान वाढत जातें तोंपर्यंत दाव वाढतो; तो एथपर्यंत वाढत जातो कीं, शेवटीं त्या दावानें भांडें फुटून वाफ बाहेर पडते. त्याचप्रमाणें जितका जितका वाफेचा दाव वाढत जातो, तितका तितका कढाचा बिंदु त्याजवरोबर वाढत जातो.

दुसरी एक गोष्ट अशी आहे कीं, प्रत्येक अंशाच्या उष्णमानास नियमित पौंडांचा दाव असतो, जितकें पाण्याचें उष्णमान वाढतें तितका वाफेचा दाव वाढत जातो. जसें, २१२ अंशांच्या उष्णमानावर वाफेचा दाव वातावरणाच्या दाबाइतका असतो. २४० अंशांच्या उष्णमानावर २५ पौंडांचा दाव मिळतो. एथें आतां हा दाव वातावरणाच्या दाबापेक्षां १० पौंडांनीं जास्त आहे, आणि ह्याचप्रमाणें पुढें २८१ उष्णतेवर ५० पौंडांचा ३२८ अंशांच्या उष्णतेवर तिचा दाव

१०० पौंडांचा असतो. शेवटीं इतकेंच सांगणें आहे कीं, जसें उष्णमान वाढत जाईल तसा दाबही वाढत जाईल.

वाफेंत पाणी असतें तेव्हां तीस मिश्र वाफ असें म्हणतात, आणि तींत जेव्हां तें नसतें त्या वेळेस तिला शुष्क (अथवा तप्त) वाफ असें म्हणतात.

प्र० ३७-वाफेचा दाब कसा मापतात ?

उ०-हा वातावरणाच्या दावाप्रमाणेंच दरएक चौरस इंचावर मापतात. हा दाब मापण्याचा प्रकार असा आहे कीं, (आ. ९ पाहा) ह्या आकृतीच्या रचनेंत अ हा तुंबा होय, ह्यांत ब दट्या खेळतो, ह्या दट्याचें क्षेत्रफल १ चौरस इंच आहे, ह्या दट्याखालीं आतां वाफ सोडली तर ती पंधरा पौंडांचा दाब देईल, म्हणजे तिचा दाब वातावरणाच्या दावाइतका असेल. पुढें वाफेचा दाब वाढवून तिणें १५ पौंडांचे वजन उचलेल म्हणजे तिचा दाब (१ चौरस इंचास) ३० पौंडांचा असेल, प्रचारांत वाफेचा दाब वातावरणाच्या दावापेक्षां जास्त ठेविला पाहिजे, तेव्हां आपलें कार्य होतें. ही गोष्ट प्रयोगद्वारा सिद्ध करून घेणें असल्यास ८ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें एक तुंबा घेऊन ३० पौंड शिकस्त दावाची वाफ दट्याखालीं सोडली तर, ती फक्त १५ पौंडांचें वजन उठवील. ह्यावरून स्पष्ट दिसून येतें कीं, प्रथमतः तीसवातावरणीय दावाबरोबर सामना करून नंतर तिची शक्ति दृष्टोत्पत्तीस येईल. तेव्हां वरील उदाहरणांत जरी ३० पौंडांच्या शिकस्त दावाची वाफ सोडली आहे तरी तिच्यानें ३० पौंडांचें वजन उठवलें जाणार

नाहीं हें विहितच आहे. सारांश की, तिच्यांतील १५ पौंडांची शक्ति वातावरणाच्या दावाची बरोबरी करण्यांत खर्च होऊन बाकी राहिलेल्या १५ पौंडांच्या दावानें ती १५ पौंडांचें वजन उचलली. आकृतींत हा प्रयोग स्पष्ट करून दाखविला आहे. वाफयेत्रामध्ये वाफेच्या दावाचें माप वातावरणाच्या दावानंतर धरतात, ह्मणजे ८ व्या आकृतींतलं ब दृष्ट्याखालीं वाफ सोडून तिणें १५ पौंडांचें वजन उठविलें तर तिचा दाव एक चौरस इंचास १५ पौंडांचा आहे असें आपण समजावें. तिणें ५० पौंडांचें वजन उठविलें तर, तिचा दाव ५० पौंडांचा (दर चौरस इंचास) आहे असें समजावें, व ह्याप्रमाणें पुढेही ह्यांत वातावरणाचा दाव दिशोबांत घेत नाहीत, आणि हा दाव मापण्याचीं जीं यंत्रं केलीं आहेत त्यांतही वातावरणाचा (१५ पौंडांचा) दाव गाळला आहे, ह्मणून पुढे दावाचीं मापें वगैरे सांगतवेळीं शिकस्त दावाच्या ऐवजीं अवश्य दाव ह्या संज्ञेचा उपयोग केला आहे.

प्र० ३८-वाफेचें प्रसरण ह्मणजे काय ?

उ०-प्रत्येक वायुरूपी पदार्थातील कणांच्या दरम्यान प्रतिसारक धर्म असतो ह्मणून कोणताही वायुरूपी पदार्थ (प्रमाणानें) लहान असला तरी तो भांड्यांत टाकल्याबरोबर भांडें भरून टाकतो, आणि हाच धर्म वाफेच्या अंगी आहे, ह्मणून तीस भांड्यांत घातलें ह्मणजे ती तें भांडें भरून टाकते, त्यामुळे भांड्याच्या सर्व बाजूंवर तिचा दाव पडतो. ह्या प्रसरणशक्तीस, वाफेचा दाव असें ह्मणतात. ह्यास उदाहरण-८ व्या

आकृतीतील अ तुंबा ३० पौंडांच्या दावानें अर्धा भरला आणि वाफेचा ओघ क तोटी फिरवून बंद केला तर आंत भरलेली वाफ दटद्यास वर चढविल. मात्र तिची शक्ति दुसरी कांहीं कारणें आहेत त्यांपासून कमी होत जाईल. तीं कारणें पुढें सांगूं.

प्र० ३९—वाफेचें माप ह्मणजे काय ?

उ०—वाफेचें माप ह्मणजे ती जितकी जागा व्यापून राहते तें.

प्र० ४०—वाफेचे मापांत आणि दाबांत काय भेद आहे ?

उ०—जर उष्णता तितकीच असेल तर, त्या दोघां-
तील प्रमाण व्यस्त असेल. ह्मणजे जों जों एक वाढत जातें तों तों दुसरें कमी होत जातें. ९ व्या आकृती-
तील तुंब्यांत १ चौरस इंचास ३० पौंडांच्या दाबाची वाफ सोडली आणि पुढें क मळसूत्रानें तिचा पुरवठा बंद केला आणि दटद्या लोटण्याकरितां तीस दुप्पट प-
सळ दिलें तर, वाफेचा दाब फक्त १५ पौंडांचा असेल,
आणि तीस तिप्पट पसळ दिली तर द्वाहीपेक्षां कमी
(ह्मणजे १० पौंड अथवा $\frac{1}{2}$) होईल. हिशोब कर-
तांना अवश्य दाब न निघतां शिकस्त दाब मात्र वरोबर
रीतीनें निघतो. अवश्य दाब काढणें झाल्यास शिकस्त
दाब धरून हिशोब करावा, आणि त्यांत वातावरणाचा
दाब वजा करावा. बाकी राहिल तो अवश्य दाब असेल.
वर सांगितल्याप्रमाणें वाफ पसरल्यानंतर जर दटद्या
पुनः खाली चेंपून वाफेस पूर्वाटिकाणीं आणूं झटलें तर,

ती खालीं होण्यास तीस पैडांच्या वजनाचें दडपण ठे-
वावें लागेल, मात्र उष्णतेचा न्हास न व्हावा.

प्र० ४१—दिलेल्या दणक्यावरून कोणत्याही
दिलेल्या (वाफ पसरल्यानंतर) कटाफे विंदूवर
शिकस्त दाब कसा ठरवितात ?

उ०—दणक्याच्या आरंभाच्या विंदूपासून कटाफ
विंदूपर्यंतच्या अंतरानें, तुंब्यांतील दर चौरस इंचा-
च्या शिकस्त दाबास (वाफ प्रसरित झाल्यानंतर)
गुणून त्या गुणाकारास दणक्याच्या एकंदर लांबीनें भा-
गावें, झणजे भागाकार नक्की दाब असेल. उदाहरणार्थ,—
आपणापाशीं एक तुंबा आहे कीं, ज्याच्या दट्याचा दण-
का २४ इंचांचा, आणि वाफेचा दाब ९० पैडांचा आहे
असें ग्रहण करून जर, ८ इंचांवर वाफ कटाफ कलं
गेल्यास रीतीप्रमाणें,—

$$\frac{९० \times ८}{२४} = ३० \text{ पैडांचा दाब कटाफ विंदूवर}$$

असेल.

आतां जर आपण १०।१२ आणि १५ इंचांवर
वाफ कटाफ करित गेलों तर अनुक्रमे ३७ $\frac{१}{२}$; ५० आ-
णि ५६ $\frac{१}{२}$ इतका शिकस्त दाब असत जाईल. आतां ह्यां-

१. तुंब्यांत दट्या जितक्या अंतरांत सेळतो त्या अंतरास
दट्याचा दणका असें झणतात. आसाच्या मध्यापासून पाऊच्या
खुंदीच्या मध्यापर्यंत जितकें अंतर असतें त्या अंतराच्या दुप्पट
दट्याचा दणका असतो.

२. कटाफ झणजे तोडणें. हा इंग्रजी शब्द पर्च्याच्या सेळांत
फार प्रसिद्ध आहे झणून तोच येथें लावला आहे.

त वातावरणाचा दाब बजा करून काबी राहिल तो अवश्य दाब असेल.

प्र० ४२-वाफेचें आणि ती ज्या पाण्यापामून उत्पन्न होते तें पाणी ह्यांत काय प्रमाण आहे !

उ०-वातावरणाच्या (१५ पौंडांच्या) दाबावर पाणी हें आपल्या प्रत्येक घन इंचास १६१० घन इंचांची वाफ तयार करतें. ३० पौंडांच्या शिकस्त (ह्मणजे दुप्पट) दाबावर तें, ८८८ घन इंचांची वाफ तयार करतें, आणि ६० पौंडांच्या शिकस्त दाबावर तें, ४३७ घन इंचांची वाफ तयार करतें असा नियम आहे. सारांश की, जितका वातावरणाचा दाब अधिक तितकी वाफ कमी उत्पन्न होत जाईल.

प्र० ४३-हें व्यस्त प्रमाण सांगितलें तें खरें आहे, परंतु ह्यांत तफावत पडते ती काय ह्मणून ?

उ०-ह्याचें कारण असें आहे कीं, ज्याप्रमाणें दाब वाढत जातो त्याप्रमाणें कदाचा बिंदूही वाढत जातो. ह्या मुळें अशा उच्च दाबावर उत्पन्न झालेल्या वाफेचें उष्णमानही जास्त असतें. पूर्वी वायुरूपी पदार्थ उष्णतेनें प्रसरण पावतात ह्मणून सांगितलें आहे, त्या धर्मावरून व्यस्त प्रमाणापेक्षां दाब कांहींसा मोठा असतो.

प्र० ४४-वाफेचें घनीभवन ह्मणजे काय ?

उ०-वाफेचें घनीभवन ह्मणजे वाफेस थंड करून तिचें पाणी करणें; अथवा तिच्यांतली उष्णता काढून घेणें. वर सांगितलें आहे कीं, सांगितलेल्या दाबाची वाफ तयार करण्यास पाण्याचें उष्णमान नियमित बिंदूपर्यंत वाढवावें लागतें, आणि आतां तीच क्रिया उलट केली

झणजे वाफेचें घनीभवन होतें, जों जों वाफेंतील उष्णता कमी करीत जावें तों तों तिचें पाणी होऊन अखेर बर्फ बनतें, आणि त्याचा दाब जितकी उष्णता काढली असेल त्या मानानें कमी अगर जास्त होतो. वातावरणीय दाबाखालीं २१२ अंशांखालीं उष्णमान उतरल्यास एकंदर वाफ थंड होते. सारांश की, जितका उष्णतेचा ह्रास होईल तितकी वाफेची शक्ति कमी होईल.

भाग ४.

काम, धमक आणि उष्णतेचीं यांत्रिक सम-
मूल्ये ह्यांविषयी.

On Work, Energy and the Mechanical
equivalent of Heat.

प्र० ४५—वाफयंत्रें कोणत्या कामास लावतात?

उ०—वाफेचीं यंत्रें गति उत्पन्न करण्यास लावतात. तीं गति देऊं लागलीं झणजे त्यांस जो विरोध आणतात त्यास काम असें झणतात. जसें,—मालाच्या डब्यांतून व-
खारित धान्य चढविण्याकरितां जें यंत्र आपण योजतो त्याणें यारीस गति दिली पाहिजे; ती गति धान्याच्या व-
जनानें कमी होईल. जर त्यास लांकूड कापण्यास लाव-
लें तर, त्याणें करवतीस गति दिली पाहिजे. ती गति लांकडाच्या तंतूनीं कमी होते. आणि त्यास गाड्यांची माळ ओढण्यास लावलें तर त्याणें त्या माळेस गति दिली पाहिजे; ती गति हवेंनें, चाकाच्या आणि आंखाच्या पर-

स्पर घर्षणानें आणि रुळावरून चालण्यानें कमी होते. गति उत्पन्न होत असतां तीस वर सांगितल्याप्रमाणें विरोध आणिले ह्मणजे तें यंत्र काम करीत आहे असें ह्मणतात.

प्र० ४६—हें काम मापतां येतें काय ?

उ०—होय; परंतु कोणतीही वस्तु ह्मणजे लांकूड, रस्ता व वेळ हीं मोजण्याकरितां जशीं अनुक्रमें तसूं, कोस आणि घटका हीं मापें धरलीं आहेत, त्याचप्रमाणें वाफेचें काम मोजण्याकरतां विलायतेंत एक केले आहेत. तो एक १ पौंड वजन १ फूट वर उचलण्याच्या शक्ती-इतका असतो. जर १ पौंड वजन दोन फुटींवर उचललें तर, दोन फूट पौंड झाले असें ह्मणतात. १ पौंड वजन ३ फुटींवर चढविल्यास ३ फूट पौंड झाले असें ह्मणतात, आणि ह्याच प्रमाणें पुढेंही झालेल्या कामाचें माप काढण्याकरितां जितकी गति उत्पन्न झाली असेल तीस फुटीचे ठिकाणीं आणि त्या फुटीस जितका विरोध दिला असेल त्यास पौंडांच्या ठिकाणीं घेउन दोहोंचा गुणाकार करावा. गुणाकार येईल तितक्या फुट पौंडांचें काम झालें असें समजावें.

प्र० ४७—पाईल ड्रायविंग यंत्रानें १२०० पौंडांचें वजन २४ फुटींवर उचललें तर, त्याचें किती फूट पौंडांचें काम होईल ?

उ०— $१२०० \times २४ = २८,८००$ फूट पौंडांचें काम होईल.

१. पाईल ड्रायविंग ह्मणून एक वाफयंत्र आहे, तें जमिनीत लांकूडें रोवण्याकडे लावतात.

प्र० ४८—हे वजन पाईल ड्रायविंग यंत्रानें वर उचल्यानंतर, तें वजन उचलण्याकारितां जो जोर लागतो, तो जितक्याचा तितकाच राहतो किंवा कमी होतो ?

उ०—तो कमी होत नाही; कारण की, ह्या वजनास त्या जोराइतकें काम करण्याची शक्ति जात्याच असते. ही शक्ति तें खालीं पडण्याच्या वेगापासून उत्पन्न होते. वजन खालीं पडत असतां त्याच्या वेगापासून जी उपयुक्त शक्ति मिळते तीस धम्मक असें झणतात. यंत्राच्या माथ्यापर्यंत जाऊन तेथें थांबल्यानंतर त्यास गति उत्पन्न करण्याची जशी शक्ति असते तशी, तें जमिनीवर पडून राहतें त्या वेळेस ती नसते. कारण टांगून ठेवलेल्या वजनास गति असणें जरूर आहे. झणून ह्या गतीस भावी गति असें झणतात. कारण की, वजन खालीं पडूं दिलें तर, जों जों तें खालीं येत जातें तों तों त्याचा वेग दृष्टोत्पत्तीस येतो, आणि त्याची पहिली भाविक शक्ति जाऊन त्यास वास्तविक धमक येते.

प्र० ४९—गाडीचा आंस फिरत असतां कढत होतो, गतिरोधक आंवाळले झणजे त्यांचे ठोकळे कढत होतात- धातूचा तुकडा हत्यारानें कापित असतां हत्यार कढत होतें आणि घणानें ठोकित असतां धातु कढत होते ह्याचें कारण काय ?

१. गतिरोधक हें नांव आगगाडीस ह्या त्रेकाच्या गाड्यां मार्गे पुढें जोडीत असतां त्यास दिलें आहे; कारण त्या गाड्यांत गतिरोधक यंत्र ठेविलें असतें.

उ०—गतीची जी वास्तविक धमक पूर्वी सांगितली आहे तिचें रूपांतर उष्णतेत होऊन त्यामुळे वर सांगितलेले पदार्थ कडत होतात. अनेक विद्वानांनी असाच सिद्धांत करून ठेविला आहे.

प्र० ५०—धमकीची उष्णता आणि उष्णतेची धमक करितां येईल काय ?

उ०—होय; ही एकमेकांत रूपांतर पावतात.

प्र० ५१—एक फूट पोंडाचें काम करण्यास किती उष्णता लागते हें कळलें आहे काय ?

उ०—होय; फार सूक्ष्म अनुभवावरून असें ठरलें आहे कीं, एक पोंड वजनाचें द्रव पाणी फाहेन्हेत थर्मा-मेटराच्या एका अंशावर चढविण्यास जितकी उष्णता लागते ती ७७२ फूट पोंडांच्या कामाबरोबर असते. हें साममूल्य काल्पनिक आहे, प्रचारांत उष्णतेचा न्हास होतो लहून त्या ठिकाणीं हें माप बरोबर राहत नाही.

प्र० ५२—आतां उष्णतेचें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेत होतें तर वाफेची उष्णता तुंध्यांत घालून तिचें तेथें रूपांतर कामांत आणि कामाचें उष्णतेत होईल किंवा नाही ?

उ०—होय; हें अनुभवून पाहणें असल्यास एक तुंबा घ्यावा आणि ह्या प्रयोगाची क्रिया स्पष्ट करून पाहण्याकरितां त्याच्या ब दट्याखालीं मिश्र वाफ सोडून (ल. १०० पोंडांच्या दावानें) त्यांस अर्धा भरावा, आणि तो निर्वातस्थली आहे अशी कल्पना करावी. आतां त्या वाफेस दुप्पट पसरूं दिली आणि पुनः तोच प्रयोग त्या

एका चौरस ईचाच्या दड्यावर पन्नास पौन्डांचें वजन ठेवून केला तर, पूर्वीच्या प्रयोगापेक्षां ह्यांत वाफेची उष्णता कमी होईल; परंतु असा कांहीं प्रकार पहिल्या प्रयोगांत नसेल कीं, ज्यांत ती कांहीं एक काम न करितां पसरली होती. ह्यावरून असें दिसून येतें कीं, उष्णतेचा कांहीं भाग तीस कामास लावल्यानें कमी होतो, अथवा तिचें रूपांतर कामांत होतें. वाफ पसरून तिनें वजन उचलल्यानंतर जर दड्या दावून पूर्वठिकाणीं नेली तर, तिचें उष्णमान पूर्वीं इतकें असेल; कारण कीं ज्यावेळीं तीस खालीं दडपण्याचा प्रयोग केला त्या वेळीं तिजकडून काम मिळून, त्या कामाचें रूपांतर उष्णतेत झालें. हवा दावण्याचीं जीं यंत्रें असतात त्यांत हे वरील चमत्कार दिसून येतात. ह्मणजे तीं जेव्हां हवा चेपू लागतात तेव्हां त्यांचें उष्णमान इतकें वाढतें कीं, त्या यंत्राच्या तुंब्यासभोंवतीं थंड पाणी राखावें लागतें.

प्र० ५३-वाष्पीभवनाची अनुद्धत उष्णता ह्मणजे काय ?

उ०-अनुद्धत उष्णता ह्मणजे घनपदार्थाचा पातळ पदार्थ अथवा पातळ पदार्थाचा वायुरूप होत असतां पुष्कळ उष्णता गुप्त होते, ती त्या त्या पदार्थाच्या अवस्था बदलण्याच्या कामांत खर्च होते व ती समजुतीस येत नाही, ह्मणून तीस अनुद्धत उष्णती ही संज्ञा दिली आहे. ही उष्णता कशी गुप्त होत असतेहें पहाणें असल्यास, ३२ अंशापेक्षां कमी उष्णता ज्याची आहे असा एक बर्फाचा तुकडा घेऊन तो दिव्यावर धरला तर त्या बर्फांत उष्णता अधिक अधिक होत जाईल, आणि ती वाढतां

वाढतां ३२ अंशांवर आली ह्मणजे बर्फ वितळूं लागेल; परंतु सगळें बर्फ वितळे तों पर्यंत ती ३२ अंशांपेक्षा जास्त होणार नाही. असें जरी आहे तरी नवी उष्णता बर्फांत येत नाही असें समजूं नये. कारण कीं, सर्व बर्फ वितळून जाई तों पावेतों त्यास दिव्यावर धरावें लागतें. ह्मणून त्यांत क्षणोक्षणी उष्णता भरत असते हें सिद्ध आहे. मात्र ती उष्णतामापक यंत्रांत समजत नाही; ह्याचें कारण असें कीं, ती बर्फाशीं रसायनरीत्या संयोग पावलेली असल्यामुळे यंत्रातील पारा फुगत नाही. ह्या-संयोगापासून पाणी हा मिश्र पदार्थ तयार होतो.

उघडी.

Slide- Valve.

प्र० ५४-तुंब्यांत वाष्पाशयांतून वाफ सोडण्या-करितां उघडी केली आहे तरी तिजपासून वेळच्या वेळीं वाफ कशी सुटते ?

उ०-हा प्रयोग लेखनद्वारा स्पष्ट करून दाखविण्या-स थोड्याशा आकृति काढून दाखवितों. त्या संबंधानें पूर्वी एक गोष्ट लक्षांत वागविली पाहिजे ती ही कीं, विषमकेंद्रिय चाकें आणि पाऊचा खुंटा, ह्यांचो गति एकसारखीच आहे ह्मणून आकृति सोप्या करून दाखविण्याकरितां विषमकेंद्रिय चाकाच्या ऐवजीं पाऊ किंचित् लांब करून दाखविल्या आहेत. आकृति ११वी पासून २४ वी पर्यंत ह्या संबंधाच्या आकृति दाखविल्या आहेत. ह्या आकृतींत पुढील प्रमाणें आहेत. ह्मणजे तुंबा १६ इंच

व्यासाचा, दणका, २४ इंचांचा, जोडकाटी १० फुटी-
ची, वाष्पमार्ग १ $\frac{1}{2}$ इंच, श्वासमार्ग २ $\frac{1}{2}$ इंच, विषम केंद्रिय
चाकाचा उडाव ३ इंच ह्याप्रमाणें आहेत. ११ व्या
आकृतीत दट्ट्या मागल्या दणक्याच्या आरंभास उभा
आहे, उघडी तिच्या बैठकीच्या मध्यस्थानी आहे, त्यामुळे
विषमकेंद्रियचाक आपल्या अर्ध्या उडावांत आहे. पाऊन
वाणाच्या दिशेंत किंचित फिरल्या आहेत. हलून पुढील
वाष्पमार्ग उघडा पडला आहे. १२ व्या आकृतीत द-
ट्ट्या ४ इंच मागे सरकला आहे, तेणेंकरून उघडीनें
वाष्पमार्गास आणि श्वासमार्गास थोडें खुलें करून दिलें
आहे. १३ व्या आकृतीत दट्ट्या ८ इंच मागे सरकला
आहे आणि तेणेंकरून मार्ग खुले पडले आहेत. १४
व्या आकृतीत दट्ट्या आपल्या दणक्याच्या अर्ध्यावर
(हलजे वारा इंचांवर) आला आहे. १५ व्या आकृतीत
दट्ट्या १६ इंचांवर आहे आणि आतां उघडी परतण्या-
च्या वेतांत आहे. १६ व्या आकृतीत २० इंचांवर द-
ट्ट्या आला आहे ह्यामुळे उघडीनें पडला वाष्पमार्ग आ-
णि श्वासमार्ग बरेच बंद करून टाकले आहेत. १७ व्या
आकृतीत दट्ट्याचा दणका पुरा होऊन उघडीनें दोन्ही
मार्ग अर्गी बंद करून टाकले आहेत. १८, १९,
२०, २१, २२, २३, आणि २४ ह्या आकृतीत दट्ट्या
आणि उघडी हीं परत दणक्यांत जातांना दाखविली आहेत,
आणि तो दणका पुरा होई तोपर्यंत वरील प्रकाराच्या
उलट प्रकार ह्यांत घेडल.

प्र०५५-आगगाडीत मुख्य मुख्य भाग कोणते-
आहेत ?

उ०—आगगाडींत वाफ तयार करण्याकरितां एक तापक असतो त्यास गाडीवर वसवून त्या गाडीचीं चाकें रुळांवर चालवितात, आणि हां चाकें चालविण्याकरितां एक तुंब्याची जोडी लावतात.

प्र०—५६ तुंबे यंत्र कसे चालवूं शकतात ?

उ०—त्यांचा संबंध चाकावरोबर ठेविलेला असतो लहान चाकें चक्रवत् फिरतात.

प्र०—५७—चाकें चक्रवत् फिरलीं तर काय होईल ?

उ०—तीं एक तर रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील अथवा ज्या दिशेनें तीं फिरत असतील त्या दिशेप्रमाणे आगगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल.

प्र०—५८—चाकें रुळांवर जागचे जागीं वाटोळीं फिरतील किंवा आगगाडी मार्गे अथवा पुढें चालेल ह्याचा अर्थ काय ?

उ०—ह्याचा अर्थ असा आहे कीं, चाकावर पाहिजे तितका भार नसल्यास तीं जागच्या जागीं फिरतील, आणि त्यांवर पुरेसा भार असल्यास यंत्र मार्गे अथवा पुढें चालेल. (भार आणि ओढ ह्या भागांत ह्याजबद्दलचे वर्णन विस्तारें करून दिलें आहे तें पहा.)

प्र०—५९—आगगाडीस दोन तुंबे लावण्याचें कारण काय ?

उ०—एक तुंबा लावल्यास त्याची पाऊ मृतविंदूवर आली लहानजे यंत्र चालण्यास कठीण पडतें.

प्र०—६०—दोन तुंबे लावल्यानें ही अडचण कशी दूर होते ?

उ०—एका आंसाच्या दोन शेवटांस वर आणि खाली पाऊ लावल्यानें ही अडचण दूर होते, जेव्हां एक मृताविंदूवर असते तेव्हां दुसरी बाफेच्या पूर्ण शक्ती खाली असते. मृताविंदूवरून जर एक पाऊ निघून जाती तर दुसऱ्या तुंब्याची गरज लागतीना. ह्या अडचणी-स्तव दोन तुंबे लावणें भाग पडतें. ज्या चाकांस पाऊ लावतात त्या चाकांस कामकरी चाकें असें झणतात, आणि त्यांच्या आंसास कामकरी आंस असें झणतात. पाऊ चाकांस बाहेरल्या वाजूनें लावतात. पूर्वी पाऊ आंतल्या वाजूनें लावत असत.

प्र० ६१—कामकरी, चाकें आणि तुंबे हे कसे बसविले आहेत ?

उ०—आरुति अ, ब, आणि क ह्यांत ह्यांची ठेवण दाखविली आहे, त्यांत अ हे तुंबे होत. हे यंत्राच्या पुढल्या शेवटास बसविले आहेत ब हा मुख्य कामकरी आंस तुंब्यापासून बऱ्याच अंतरावर मागे राखला आहे, ह्या आंसाच्या पाऊच्या खुंटोत क जोडकाठी बसवून तुंबा आणि पाऊ ह्यांचा संबंध राखला आहे.

प्र० ६२—आगगाडी मागे अथवा पुढें कशी चालते ?

उ०—यंत्र मागे पुढें होण्याकरितां दरएक तुंब्यास दोन दोन विषम केंद्रिय चाकें लावलेलीं असतात, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाक आगगाडीस पुढें नेतें, आणि दुसरीं दोन मागे आणतात. विषमकेंद्रिय चाकांच्या भुजा सांगडीस खिळवून टाकल्या आहेत, आणि त्या सांगडी वर खालीं करून आगगाडीस पुढें मागे चा-

लवितात. ह्या सांगडी वर खाली करण्याकरितां त्यांच्या ठिकाणापासून तों गाडीवानाच्या बसण्याच्या ठिकाणापर्यंत एक लांबचे लांब दांडा लावतात. हा दांडा दुसऱ्या एका भुजेनें पुढें अगर मागे लोटला ह्मणजे सांगडी वर अथवा खाली होतात. ह्या भागास रहाट्या असें ह्मणतात. हा चालविण्याची रीति दुसऱ्या एका भागांत लिहिली आहे. आरुति ब आणि क ह्यांत ऊ, ऊ ह्या अक्षरांनीं रहाट्या दाखविला आहे.

प्र० ६३-आगगाडीचा तापक व भट्टी हे भाग कसे बसविलेले आहेत.

उ०-(आरुति ब पाहा) ह्यांत ज ही भट्टी होय, हिच्या सभोंवतीं पाणी भरलेलें असतें. प, प हा पोकळ नगारा, भट्टी आणि धुराडें क ह्यांच्या दरम्यान बसविला आहे. अं अं ह्या नळ्या भट्टी आणि धुराडें ह्यांचा संबंध (नगाऱ्याच्या पोकळीतून जाऊन) राखतात. ह्या नळ्यांच्या सभोंवतीं पाणी असतें. र र ही धूर वाहेर घालविण्याकरितां चिमणी (बंब) होय. हीस धूम्रमार्ग असें ह्मणतात.

प्र० ६४-हे भाग कशासाठीं केले आहेत ?

उ०-ज, भट्टी सर्पण जाळण्याकरितां आहे. तीस आंतील आणि वाहेरील अशीं दोन कवचें आहेत. ह्या दोन कवचांच्या दरम्यान पाणी सांठविलेलें असतें.

(आरुति ब पाहा) हीत बं बं ही गजांची जाळी आहे, त्या गजांच्या अंतरांतून हवा येते ती दहनास मदत करते. क हें भट्टीचें दार होय, त्यांतून सर्पण टाकलें ह्मणजे तें गजाच्या जाळीवर पडतें. ड ड हें रक्षा-

कुंड आहे. गजांच्या जाळींतून राख पडावी झणून त्यास भट्टीखालीं बसविलें आहे. न न, हे रक्षाकुंडास लहान दरवाजे केले आहेत ह्यांच्या साह्यानें हवा विस्तवांतून काढतां अगर घेतां येते.

प प ह्या आडव्या नगाऱ्यांत पाणी भरलेलें असतें. हा, व भट्टीवरील कवच्यांच्या मधील पोकळ जागा ही एकच आहे आणि ह्या सर्व भागास तापक असें झणतात. ह्या नगाऱ्यांतून सुमारे शंभर पासून दोनशें धूमनलिका असतात. ह्या नळ्या सुमारे अकरा फुटी लांब असतात आणि त्यांचा व्यास दोन इंचांचा असतो. मात्र तो दोन इंचांपक्षां कमी नसावा, नाहीपक्षां अर्धवट जडलेल्या कोळशाचे तुकडे अडकून बंद त्या पडतील. ह्या नळ्या भट्टीतला धूर बाहेर नेतात, तेणेंकरून दहन चांगलें होतें. ह्या नळ्या लहान व्यासाच्या असल्या कारणानें भट्टींतून जाणाऱ्या धुराचे अनेक ओघ होतात, त्यामुळे नळ्यांच्या आजूबाजूवरील पाणी त्वरित कढत होतें. ह्या नळ्यांच्या ऐवजीं एकच मोठा नळ बसविला असता तर पाणी लौकर तापतेंना, परंतु अनेक नळ्या केल्यानें तप्तपृष्ठभाग वाढतो झणून पाणी लौकर तापतें.

चिमणीकडूनही मदत मिळते कीं, ती धूमनलिकांतील धूर बाहेर घालवून हवेस दहनाच्या कार्मी लावते. दुसरी मदत ही कीं, तींत एक जें तारांचें जाळें बसवितात त्यांत भट्टींतून येणारे निखारे अडकून कोळपतात आणि त्यांची राख होऊन ती जाळ्याच्या छिद्रांतून बाहेर पडते.

१. तप्तपृष्ठभाग झणजे जो सर्व भाग विस्तवाकडे असतो तो.

प्र० ६५—भट्टीतील विस्तव कसा पेटवितात ?

—उ०—भट्टीतील विस्तव वाफेच्याच साह्याने पेटवितात; जेव्हा वाफ तुळ्यांतून श्वासमार्गाने चिमणीवाटे हवेत जाते त्या वेळेस ती भट्टीतील विस्तव धूमनलिकांतून आपणाकडे ओढते (पंचविसाव्या आकृतीत हा श्वासमार्ग e e ह्या अक्षरांनी दाखविला आहे) ह्या श्वासमार्गाचा रस्ता चिमणीतूनच असतो यामुळे तेथून वाफ जाऊ लागली ह्मणजे तिच्या मागचा प्रदेश निर्वात होतो तेथेकरून भट्टीतील विस्तवांत मोठा भडका उठतो.

प्र० ६६—पाणी आणि सर्पण ह्यांचा सांठा आगगाडीवरील कसा राखितात ?

उ०—इंग्रजी यू चे आकाराचे एक टांके तयार करून त्यास एका निराळ्याच गाडीवर बसवून ती गाडी यंत्राच्या मागे अखंड जोडून ठेवितात. ह्या टांक्याच्या मध्यभागी सर्पण सांठवितात. ह्या टांक्यांतून तापकांत एक दोन यंत्रांच्या साह्याने पाणी चढवितात. २६ व्या आकृतीत यंत्र पाणी घेतांना दाखविले आहे. २७ व्या आकृतीत टांक्याची गाडी दाखविली आहे.



भाग ५.

तापक.

The Locomotive Boiler.

प्र० ६७-आगगाडीचा तापक आणि दुसऱ्या वाफयंत्राचा तापक ह्यांची बाष्पोत्तीची तुलना कशी केली आहे ?

उ०- इतर यंत्रांच्या तापकांपेक्षा आगगाडीच्या तापकानें दिलेल्या वेळांत पुष्कळ वाफ उत्पन्न केली पाहिजे.

प्र० ६८-ही बाष्पोत्तीची शक्ति विशेषेकरून आगगाडींतच कशी वाढविली आहे ?

उ०- ही शक्ति वाढविण्याकरितां भट्टीतील विस्तवावर मोठ्या जोराचा फुंकर मारितात. तेणेंकरून विस्तव चांगला भडकतो इतकेंच नाही तर तेथून धूर आणि तप्त हवा हीं धूमनलिकांत जातात. त्या नळ्यासभोंवतीं पाणी भरलेलें असतें त्यामुळें नळ्यांतून धूर आणि तप्त हवा जाऊं लागतात त्या वेळेस त्यांचे नळ्यांच्या संख्येप्रमाणें अनेक ओघ होऊन नळ्या आणि त्यांजवरील पाणी हीं तापतात झणून इतर तापकांपेक्षा आगगाडीचा तापक पुष्कळ वाफ उत्पन्न करितो.

प्र० ६९-किती पाण्याचें बाष्पीभवन झालें झणजे साधारण वेग राहतो ?

उ०-हें नक्की सांगण्याकरितां एक आगगाडी घेतों. ह्या यंत्राचें वजन ६०,००० पौंड असतें. त्याच्या तुंब्याचा व्यास १६ इंचांचा आणि दट्याचा दणका २४

ईचांचा असतो. आगगाडी धांवत असतां त्यांत ६००० पासून १२००० हजार पर्यंत पौंड वजनाच्या पाण्याची वाफ दर अवरास होते.

प्र० ७०-व्यवहारांत एक पौंड वजनाच्या कोळशानें किती पाण्याची वाफ तयार होते ?

उ०-ह्याजबदलचा कांहीं नियम सांगतां येत नाहीं. तो कोळशाच्या व तापकाच्या स्थितीवर अवलंबून असतो. तरी एक पौंड कोळसा ६ पासून ८ पौंड पाण्याची वाफ तयार करतो असा अंदाज काढला आहे. ह्यासाठीं ५०० शेे पासून २००० पौंड (दर अवरास) कोळसा जाळल्यास साधारण वेगापुरतो वाफ तयार होते.

प्र० ७१-इतका कोळसा जाळण्यास गजाची जाळी किती मोठी असावी ?

उ०-दर अवरास एक चौरस फुटावर १२५ पौंड वजनाचा कोळसा जळतो असें प्रमाण बसविलें आहे, तेव्हां २००० पौंड वजनाचा कोळसा जाळण्यास पंचवीस चौरस फुटी जाळी असावी.

प्र० ७२-कोणत्याही सांगितलेल्या जाळीस किती तप्तांग असावे ?

उ०-दर एक चौरस फुटास ५० चौरस फुटीचें तप्त अंग असावे.

प्र० ७३-आगगाडीची भट्टी कशी केली आहे ?

उ०-हें समजून घेण्याकरितां (आकृति २५ आणि २८ पाहा.) ह्यांत G ही तीन फुटी रुंदीची चौकोनी भट्टी आहे, परंतु ही रुंदी रस्त्याच्या सांचाप्रमाणें कमी

अगर जास्त असते. वर सांगितलेली मट्टीची रंदी चार फुटी साडेआठ इंच रंदीच्या रस्त्यावर चालणाऱ्या आगगाडीची आहे. हिची आंतील वाजूंची लांबी साडेपांच फुटी आहे. ही मट्टी धातूच्या (हणजे लोखंडी, पोलादी अथवा तांब्याच्या पत्र्यांनी) घटित आहे. ह्या पत्र्याची जाडी $\frac{5}{8}$ पासून $\frac{3}{4}$ इंच पर्यंत असते. हे ह्या मट्टीतील आंतील अंग झाले. बाहेरील अंग (आकृति २९ पाहा) हीत A B C D E F ह्या अक्षरांनी दाखविले आहे. हे B पासून C D आणि E पर्यंत क्रमाने दार केले आहे. ह्या दोन अंगांच्या दरम्यान $2\frac{1}{2}$ पासून $3\frac{1}{2}$ इंचांची पोकळ जागा ठेविलेली असते तीत पाणी रहाते. आंतील कंवचीच्या बरील वाजूस (I I ह्या अक्षरांनी दाखविलेल्या पत्र्यास क्राउनप्लेट असें हणतात. ही क्राउनप्लेट सपाट असल्याकाणाने या दोन पत्र्यांच्या दरम्यान बरीच मोठी पोकळी रहते. आंतील व बाहेरील कंवच्या खिळ्याच्या साह्याने खिळवून टाकल्या आहेत. ह्या पोकळीतील पाणी तापकाच्या दुसऱ्या (हणजे नगान्यातील) पाण्याशी मिळून असते. क्राउनप्लेटवर आणि बाहेरील कंवचीवर वाफेचा दाब फार पडतो. कधी कधी हे पत्रे वाफेच्या दाबाने फुटतात. ह्या दोन्ही पत्र्यांस थोडयोड्या (हणजे $2\frac{1}{2}$ पासून $3\frac{1}{2}$ इंचांच्या) अंतरावर खिळे मारून मजबुती आणली आहे. ह्या खिळ्यांस बंद असें हणतात. हे बंद ५८ व्या आकृतीत n n, n, n, ह्या अक्षरांनी दाखविले आहेत. ह्यांचा व्यास $\frac{3}{4}$ पासून एक इंचापर्यंत असतो. तापकाच्या आकुंचनाने किंवा प्रसरणाने एकादे वेळी हे बंद तुटतात. उष्ण.

तेच्या कमजास्त मानानें तापक आकुंचित अथवा प्रसरित होतो. हे बंद आंतल्या आंत तुटून राहिल्यास ते सम-जुतींत येत नाहीत, ह्मणून त्यांस फुंकणीप्रमाणें आरपार भोक ठेवितात. असें केल्यानें जेव्हां त्यांस अपाय होतो त्या वेळेपासून त्या मुद्दाम पाडलेल्या भोंकांतून पाणी उतरूं लागतें. तें भट्टींतल्या आंतल्या अंगास नजरेस येतें. तापकाच्या दर चौरस इंचावर १०० पोंडांचा वा-फेचा दाब असल्यास ह्या दरएक बंदावर १६०० पों-डांचा दाब पडतो, ह्यासाठीं हे बंद घडीव लोखंडाचे किंवा पितळेचे अथवा दुसऱ्या एकाद्या ठिकाऊ धातूचे असावे

प्र०७४-आगगाडीच्या तापकांत पाणी किती ठेवितात ?

उ०-ज्या भागावर निस्तव अगर ज्वाळा लागते त्या सर्वांवर पाणी सतत राखलें पाहिजे. हे भाग उघडे पड-ल्यास त्यापासून मोठा अनर्थ होतो, ह्मणजे पत्रे फुटतात. चार पासून ८ इंच पर्यंत काऊनप्लेटीवर पाणी असलें-च पाहिजे.

प्र०७५-पाण्याच्या पृष्ठभागावर वाफेकरितां किती पोकळी ठेवावी ?

उ०-ह्याजवढलचा कांहीं नियम नाही, परंतु जित-की जास्त असेल तितकी चांगली. D पासून C पर्यंत काऊनप्लेटीवर जो घुमट आहे तोही पोकळच आहे.

प्र०७६-वाफेचे घुमट ह्मणजे काय आणि ते कशासाठीं केले आहेत ?

उ०-३० व्या आकृतींत हे घुमट X ह्या अक्षरानें

दाखिलें आहे. ह्याचा उद्देश असा आहे की, वाफेस पोकळ जागा रहावी ह्मणजे वाफ कोरडी रहाते.

वाफ भिजू नये ह्मणून एका ग्राहक नळीचें तोंड पाण्याच्या पृष्ठभागावर वर सांगितलेल्या घुमटांत बऱ्याच उंचीवर बांकवून उंच केलें आहे. ओल्या वाफेपेक्षां शुष्क वाफ अधिक हितावह आहे ह्मणून ह्या घुमटाची आवश्यकता असते. वाफेवरोवर पाणी तुंब्यांत गेल्यास त्या पासून तुंब्याचीं तोंडे फुटतात अथवा दट्या फुटतो. कारण कीं श्वासमार्गातून पाणी बाहेर पडण्यास दट्याचा दणका पुरा होईपर्यंत वेळ नसतो.

प्र० ७७—हे घुमट कोठें बसवितात ?

उ०—अमेरिकेंत ते बहुतकरून भट्टीवरच बसवितात. आणि युरोपांत ते तापकाच्या मध्यावर किंवा चिमणीजवळ बसवितात.

प्र० ७८—ह्या घुमटांतून तुंब्यांत वाफ नेतात ती कशी ?

उ०—आकृति ३० पाहा. ह्या आकृतींत $m\ m$, ही नळी घुमटाच्या शिखरापासून धूमनलिकांच्या पुढल्या भागापर्यंत जाऊन पोहोचते. ह्या नळीस शुष्कनळी असें ह्मणतात. ह्या नळीच्या पुढल्या शेवटाकडे दुसऱ्या दोन नळ्या फुटतात त्या बाष्पाशयापर्यंत पोहोचतात. त्यांस बाष्पनलिका असें ह्मणतात. घुमटांतील शुष्कनळीच्या उभ्या भागास कधीं कधीं कठनळ असें ह्मणतात.

भाग ६.

तापकाची जुळणी.

The Boiler Attachment.

प्र० ७९-तापकाच्या पाण्याची वाफ होऊन गेल्यानंतर त्या ठिकाणी दुसऱ्या पाण्याचा पुरवठा कसा करितात ?

उ०-हा पुरवठा बहुत करून वाफेच्या साठ्यानेच जोराने नांवाच्या यंत्राकडून करितात. आलीकडे दुसरे एक इंजेक्टर हलून पिचकारीसारखे यंत्र बनाविले आहे त्याचा उपयोग करितात.

प्र० ८०-जोरनळाची रचना कशी आहे व तो चालविण्याचे मुख्य धोरण काय आहे ?

उ०-(आकृति ३० पाहा.) ह्या आकृतीत जोरनळाची रचना दाखविली आहे. तीत A A हा एक बिडाचा नळ आहे, त्यांत B B दट्या खेळतो. ह्या दट्यास यंत्राच्या दट्याच्या दांड्याकडून सीधी गत मिळते. कधीकधी एक लहानशी पाऊ मोठ्या पाऊच्या खुंटीत घालून तिजकडून हा दट्या चालवितात, आणि कधीकधी कामकरी ओसास निराळे एक विषम-केंद्रिय चाक लावूनही हा दट्या खेळवितात.

वर सांगितलेल्या A A नळाचे एक तोंड D ह्या प्यासनळाच्या साठ्याने पाण्याच्या टांक्यास आणि E F ह्या पोसनळीच्या साठ्याने, तापकास जोडलेले असते. D ह्या प्यासनळावरती एक H अक्षराने दाखविलेला पडदा

असतो. त्यास प्यासद्वार अशी संज्ञा देतात. हें द्वार पाण्यास वर जाऊं देण्याकरितां वाट देतें; परंतु वरील पाणी खालीं येऊं लागल्यास तें बंद पडतें. पोसनळीच्या खालीं दुसरा एक G अक्षरानें दाखविलेला पडदा असतो त्यास दाबद्वार असें म्हणतात. हीं द्वारे नळांत जलनिरोधक बसतात. जेव्हां दट्या A A ह्या नळांतून बाहेर निघतो त्यावेळेस त्याचा मागचा प्रदेश निर्वात होतो, त्यावेळीं G द्वारावरील हवेच्या दाबानें तें बंद पडतें. इतक्यांत टांकांतल्या पाण्यावरील हवेच्या दाबानें तें पाणी प्यासनळांतून वर येऊन F दार उघडतें आणि A A नळ भरतो. आतां हेंच पाणी, जेव्हां दट्या जोरानें मागे हटतो त्या सरसें F दार बंद होतें, आणि वरच्या वाजूंचे G दार उघडतें त्या वेळेस पोसनळीवाटे पाणी तापकांत शिरतें. आतां तापकांत गेलेलें पाणी परत न पावें म्हणून दुसरा एक H पडदा पोसनळी आणि तापक ह्यांच्या दरम्यान बसविलेला असतो त्यास चेकद्वार असें म्हणतात. त्याच प्रमाणें G ह्या दाब द्वाराच्यावरल्या वाजूस एक हवा-द्वार असतें हें J अक्षरानें दाखविलें आहे. ह्या द्वारांत D C ह्या झुण्यांच्या ओळीच्या वर हवा रहाते व ती मृदु असल्याकारणानें पाण्याचा दाब तिजवर पडून ती फुगते, तेणेंकरून तिजवर पाणी तक्याप्रमाणें टेंकून रहातें. पाणी अशा रीतीनें हवेवर टेंकून राहिल्यास, दट्या खेळत असतां नळास हिसके बसत नाहीत.

प्र०८१-वर सांगितलेलीं जोरनळांतील द्वारे कशीं तपासतात ?

उ०-हीं द्वारे तपासणें झाल्यास e e हीं मळसूत्रे

काढावीं झणजे वरचे हवाद्वार निराळें होतें आणि F F हीं मळसूत्रें काढल्यानें खालचे हवाद्वार मोकळें होतें. असें झालें झणजे K K हे पिंजरे आणि द्वारे मोकळीं होतात. J, J खिळे काढल्यानें चेकदार निराळें होतें.

प्र० ८२-जोरनळ तापकांत पाणी चढवीत आहे किंवा नाहीं हें कशावरून समजावें ?

उ०-हें समजण्याकरितां एक द्वार आहे त्यास पेटकाक असें झणतात. हा पेटकाक ३० व्या आकृतीत III ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. जर नळ बरोबर काम दैत असेल तर, दट्याच्या परत येण्याच्या संघीत हा पेटकाक उघडला तर पाणी मोठ्या सोसाट्यानें बाहेर पडतें आणि नळ बरोबर चालत नसल्यास तें सोसाट्यानें बाहेर पडणार नाहीं.

प्र० ८३-तापकांत पाण्याचा पुरवठा कसकसा करितात ?

उ०-जेव्हां आगगाडी फार काम करीत असते झणजे, जेव्हां तीस चढणीवर पुष्कळ डबे ओढून न्यावे लागतात, त्या वेळेस पुष्कळ वाफ आणि तेणें करून पुष्कळ पाणी खर्च होतें. ह्यासाठीं ज्या पाण्याची वाफ बनत असते त्या ठिकाणीं एकसारखें पाणी पुरवावें लागतें; असें जरी आहे तरी जो पाण्याची वाफ झाली नाहीं तोंच जास्त पाणी घातलें तर तें बाफेची जागा व्यापून टाकील आणि त्यांतला भाग तुंड्यांत जाऊन तें फुटवील, आणि जर पाणी थोडें सोडलें तर त्यापासून

तप्त अंगें डुबडुबीत राहणार नाहींत. ह्यासाठी पाण्याचा पुरवठा नियमित रीतीने करावा लागतो.

प्र० ८४-हा पुरवठा नियमित रीतीने कसा करितात ?

उ०-प्यासनळांत एक फीडकाक असतो तो गाडीवान चालवितो तेणे करून पाहिजे तितकें पाणी तापकांत सोडतां येतें.

प्र० ८५-इंजेक्टर ह्मणजे काय ?

उ०-इंजेक्टर ह्मणून एक तापकांत पाणी चढविण्याचें यंत्र आहे. ह्यांत तापकांतील वाफेचा लोट येऊन अडकतो आणि तोच आपल्या दावानें पाण्याचा लोट सतत तापकांत सोडतो.

प्र० ८६-हे व्यापार कसे घडततात ?

उ०-ह्या यंत्राचे मुख्य मुख्य भाग वाजूच्या देखाव्यानें ३१ व्या आकृतींत दाखविले आहेत. तापकांतून अ नळींतून क नळींत वाफ येते, येथें आल्यावर ती ब नळींतून येणाऱ्या पाण्याबरोबर मिळते आणि ह्या पाण्याबरोबर ती ड ह्या जोडनळीमध्ये थंड होते आणि तेथें पाण्याचा लोट तयार होऊन तो फ फ मार्गानें नीट ह ह्या डिलीवरी ट्यूबकडे जातो आणि तेथून थ या चेकदारवाटे तापकांत जाता. ड पासून ह पर्यंत पाणी जात असतां जर पाणी पुष्कळ घातलें असेल तर तें फ फ ह्या उसासांतून ग द्वारावाटे बाहेर रस्त्यांत पडेल आणि पाणी घातलें नाहीं तर बाहेरची हवा ग द्वारावाटे आंत शिरून पाण्याच्या लोटाबरोबर तापकांत जाईल.

दुसरी गोष्ट अशी आहे की, पाण्यापेक्षां वाफेस जोर अधिक असतो, ह्मणजे कांहीं दाबावर वाफ सुटली आणि तितक्याच दाबावर पाणी सुटलें तर त्याच वाफेचा जोर पाण्याच्या वेगापेक्षां जास्त असतो. आकृतीत क, नळीतून सुटलेली वाफ जोडनळीमध्ये पोसपाण्याशी (ह्मणजे टाक्यांतून येणाऱ्या) मिळते आणि त्यास ती तेथें मोठा वेग देते. ही पाण्याची शक्ति त्याच्या वजनानें येते आणि तें वेगवान होऊन तापकांत चढतें. ह्या व्यापाराकडे सूक्ष्मरीतीनें लक्ष दिलें ह्मणजे असें दिसून येईल की, वाफ ही तापकांतून निघतेवेळीं वाफेच्या रूपानें निघते आणि पाण्याच्या रूपानें परत तापकांत जाते, ह्यामुळें तिच्यांतली सुमारें हजारपट शक्ति कमी होते.

प्र० ८७-पोसपाणी कढत असल्यास तें इंजेक्टर यंत्र तापकांत चढवूं शकेल किंवा नाहीं ?

उ०-पोसपाणी कढत असल्यास इंजेक्टर यंत्र तें चढवूं शकणार नाहीं; कारण कीं जितकें पाणी कढत असेल तितकी वाफ कमी थंड होईल ह्मणून त्यास वाफेच्यानें लोटवणार नाहीं. सारांश कीं पुष्कळ वाफ थंड करण्यास पाणी पुष्कळ थंड असलें पाहिजे, आणि थोडी वाफ थंड करण्यास पाणी कमी थंड असल्यास चालतें.

प्र० ८८-तापकांतील पाण्याची उंची कशी समजते ?

उ०-तापकांतील पाण्याची उंची समजण्याकरितां गेजकाक आणि गेजग्लास अशीं दोन साधनें केलीं आहेत.

प्र० ८९-गेजकाक ह्मणजे काय ?

उ०—आकृति ३२ पहा. ह्या आकृतीत s, s, s, s, हे चार गेजकाक आहेत. आणि ही आकृति आगगाडी-चा मागचा भाग दाखविते. ३३ व्या आकृतीत हे काक विशेष स्पष्ट करून दाखविले आहेत. ह्यांचा संबंध तापकांतील पाण्याशी असतो. आणि हे तीन अथवा चार इंचांच्या अंतरानें तापकास लावलेले असतात. ह्यांपैकीं वरच्या दोन बाष्पाशयांस आणि खालच्या दोन जलाशयांस लागून असतात. हे काक उघडले आणि पाणी पाहिजे तितक्या उंचीचें तापकांत असलें तर वरच्या दोन काकांमधून वाफेचा सोसाटा बाहेर पडेल आणि खालच्या दोन काकांतून पाणी बाहेर निघेल. बाष्पाशयावरोवर संबंध राखून असणारा असा एक काक उघडला झणजे तो बहुधा थंड पाण्यानें भरलेला असेल (कारण वाफ ह्या ठिकाणीं थंड होऊन राहते) झणून हे पाणी काढून टाकण्याकरितां हे काक कांहीं वेळ उघडें ठेवावे. वरचे दोन काक उघडल्या वरोवर पाणी सुटलें तर तापकांत पुष्कळ पाणी आहे असें समज्यावे.

प्र० ९०—गेजग्लास झणजे काय ?

उ०—३४ व्या आकृतीत ह्याचा देखावा दिला आहे, तींत A A ही कांचेची नळी होय. हिचा व्यास अर्ध किंवा पाऊण इंच असतो व लांबी १२ पासून १५ इंच पर्यंत असते. हिची जाडी $\frac{1}{8}$ इंचाची असते.

१. येथे पाणी थंड सांगितलें, परंतु त्याचा इतकाच अर्थ आहे कीं, वाफेचें पाणी झालें झणजे त्यास थंड झणावयाचें. त्यांत हात बातल्यास भाजेल.

हिचीं तोंडें तापकांतील जलशयाशीं आणि वाष्पाशयाशीं
मिळून असतात. ह्या नळीच्या दोन तोंडांशीं दोन पड-
दे आहेत ते आरुतीत ई ई ह्या अक्षरांनीं दाखविले
आहेत, आणि प्रसंगवशात् ही कांचेची नळी फुटली
तर ते पडदे बंद करितात. ह्या गेजग्लासाच्या खाल-
च्या शेवटाकडे एक क तोटी लाविलेली आहे, तीस ब्लो
ऑफ् काक असें म्हणतात. ड ई हीं द्वारे खुलीं केलीं म्हणजे
वरच्या द्वाराबरोबर वाफ आणि खालच्या द्वाराबरोबर पाणी
हीं नळींत भरतात. पाणी हें तापकांतील पाण्याच्या
उंचीबरोबर ह्या ग्लासांत चढून राहातें, तेणें करून
तापकांतील पाण्याची उंची कळून येते; हा या ग्लासा-
पासून मोठा उपयोग आहे. तापकांतील पाण्यांत सतत
फेरफार घडत असतात, ह्या कारणास्तव गेजग्लासा-
तील पाणी स्तब्ध असत नाहीं, आणि जोंपर्यंत यंत्र
काम करीत असतें तोंपर्यंत तें सतत वर खालीं होत
असतें.

प्र० ९१-वाफेचा दाब फार होऊन तापकास
इजा होऊं नये म्हणून काय तजवीज केली आहे?

उ०-वाफेचा दाब फार होऊं नये म्हणून यंत्ररक्षक
नांवाचा एक पडदा केलेला असतो, ह्या पडद्यास गोल
भोंकें असतात. तीं ३५ व्या आरुतीत अ ह्या अक्षरांनीं
दाखविलीं आहेत. ह्यांचा व्यास सुमारें ३ इंच असतो.
हीं बहुत करून घुमटाच्या माथ्यावर बसवितात. ह्यांतील
एक भोंक V ह्या अक्षरांनीं २८ व्या आरुतीत दाखविलें
आहे. हीं भोंकें दुसऱ्या एका ब पडद्यानें दडपलेलीं
असतात. हा ब पडदा क क ह्या तरफांनीं (ड कमा-

णीच्या साद्यानें) त्या पडद्यावर चेंपून बसतो. हे भाग ३५ व्या आकृतीत दाखविले आहेत. अथवा ३६ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणें नुस्त्या कमाणीच्या साद्यानें हीं भोंकें चेंपून ठेवतात. दर चौरस इंचास १०० पातून १३० पौडांचा साधारणतः तापकाचा असतो.

प्र० ९२-ह्या रक्षकद्वाराच्या भोंकावर कीति दाब ठेवावा लागतो ?

उ०-हा दाब ठरविण्याकरतां भोंकाचें क्षेत्रफल चौरस इंचांत काढून त्यास वाफेच्या दर चौरस इंचाच्या तापकाच्या शिक्त दाबानें गुणावें. उदाहरणार्थ-जर रक्षकद्वाराचें भोंक ३ इंच व्यासाचें असलें तर, त्याचें क्षेत्रफल ७ चौरस इंचांचें होईल, आणि वाफेचा तापकांतोळ दाब १०० पौडांचा (दर चौरस इंचास) असें ग्रहण केलें तर, रक्षकद्वारावरील पडद्यानें $७ \times १०० = ७००$ पौडांच्या वजनाइतका दाब दिला पाहिजे. आतां हा दाब ३५ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणें तरफाकडून उत्पन्न करणें असल्यास रक्षकद्वाराच्या एकंदर वजनास, तरफाच्या लहान भुजेस गणून त्यास ब ने (लहणजे तरफाच्या एकंदर लांबीनें) भागावें. ३५ व्या आकृतीत तरफाची लहान भुज ३.३ इंच लांब आहे, आणि तरफाची लांबी ३५ इंच आहे लहणून जर पडद्यानें ७०० पौडांच्या दाबानें दाबावें असें असेल तर तरफाच्या शेवटावर,

$$\frac{७०० \times ३.३}{३५} = ७० \text{ पौडांचा दाब पडेल.}$$

हणून ड कमाणीने ७० पोंडांच्या तणाव्याने तर-
फाचें शेवट खाली ओढून ठेवेलें पाहिजे. कमाणीचा
दाब ३६ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणें थेट रक्ष-
कद्वाराच्या तोंडावर देणें असल्यास त्या कमाणीचा तणा-
वा द्वारावरील दाबाइतका असला पाहिजे. हा तणावा
वाढविणें झाल्यास कं कं मळसूत्रें आंवळावीं. कमाणीची
एक साधी आकृति ३७ व्या आकृतीत दाखविली आहे.

प्र० ९३-तापकांतील वाफेचा दाब कसा
समजतो ?

उ०-तापकांतील वाफेचा दाब वाष्पदर्शक यंत्रांकडून
समजतो. हीं यंत्रें दोन प्रकारचीं आहेत. त्यांपैकीं पाहि-
ल्या वाष्पदर्शक यंत्राचें वर्णन व क्रिया हीं सांगतो.

३८ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचे बाजूचा देखावा दिला
आहे. ह्या यंत्रांत वाफेचा दाब एका तबकडीवर पडतो.
३८ व्या आकृतीत ही तबकडी अ व असरांनीं दाख-
विली आहे. ही पातळ पत्र्याची असून लवचिक असते.
३९ व्या आकृतीत ह्या यंत्राचा पुढचा देखावा दाखविला
आहे. त्यांत दर्शनी तबकडी (हणजे जिच्यावर अंश
मांडलेले असतात ती) काढून टाकली आहे, आणि आं-
तील तबकडी काळ्या छायेनें दाखविली आहे. आतां
३८ व्या आकृतीत प्रथमतः वाफ कं नळींत भरत, तेथून
ड छिद्रावाटे लवचिक तबकडीच्या मागील पोकळीत
भरते. येथें ही तबकडी लवचिक असल्या कारणानें वाफ
तीस दाबते. ह्या तबकडीच्या मध्यस्थानीं एक कांटा बस-
विलेला असतो. हा कांटा आकृतीत फ अक्षरानें दाखविला
आहे. हा कांटा गं हं के ह्या तर्कास जोडला आहे, त्या

तर्फांची अट ह ठिकाणी आहे. ह्या तर्फाच्या के टोंकास ल ह्या दांड्याचें एक टोंक जोडून दिलें आहे. पुनः ल ह्या दांड्याचें दुसरें टोंक म ह्या दांत्यांच्या मुजेस जोडलें आहे. ही भुज ३८ व्या आकृतींत न अक्षरानें दाखविली आहे. हिची अट ऊ या ठिकाणी आहे. न दांत्याचें वर्तुळ दुसऱ्या एका प या दांत्याच्या वर्तुळास जोडलें आहे. आणि प वर्तुळ एका आंसावर फिरतें राखलें आहे. या आंसास एक दर्शनी कांटा (घड्याळांत असतो त्या प्रमाणें) बसविलेला असतो. हा दर्शनी कांटा ३९ व्या आकृतींत दाखविला आहे.

वरील रचनेवरून उघड आहे कीं अ व ही लवचिक तबकडी बाफेच्या दावानें फुगेल त्या वेळेस के ह ग हा वक्र तार पुरें हटेल, आणि त्याची गति ल दांड्याकडून न दांड्याच्या वर्तुळास पोहोचेल, तेणेंकरून प वर्तुळ आपला आंस व दर्शनी कांटा ह्यांस घेऊन फिरेल.

ह्या यंत्रांत वक्र सरळ दिशेनें भरूं नये, कारण तशा-नें तबकडीचें मृदुलत्व कमी होईल ह्मणून तीस वक्र दिशेनें नेतात.

६३ व्या आकृतींत दुसऱ्या प्रकारचें बाष्पदर्शक यंत्र दाखविलें आहे, त्याची दर्शनी तबकडी काढून टाकली आहे. a b c ही एक वाटोळी चपटी धातूची नळी आहे. ह्या नळीच्या आंतल्या अंगानें बाफेचा दाब पडून तिचीं तोंडे सरळ होऊं पाहतात. ह्या नळीचें K टोंक एका d तर्फास जोडलें आहे आणि d तर्फाच्या दुसऱ्या टोंकास दांत्याचेंच चक्र जोडलें

आहे. नळीचीं दोन टोंकें फाकूं लागतात त्या वेळेस तर्कास आणि दात्याच्या चक्रास गति मिळते. ह्या गती-पासून रं रं हा दर्शनी कांटा फिरतो, तेणेंकरून दर्शनी तबकडीवरील वाफेच्या दात्राचे अंश कांटा दाखवितो. ह्या दर्शकांत ग नळीवाटे वाफ जाऊन वक्र नळी फाकूं लागते.

प्र०-९४ हीं बाष्पदर्शक यंत्रें कशीं तपासतात?

उ०-जर दर्शक बरोबर असेल तर कांटा सावका-शपणें तापकांतील उष्णतेच्या प्रत्येक फेरफाराबरोबर फिरतो, आणि त्यांत तो जाण्याची बंद केली तर तो एकदम शून्यबिंदूवर येतो.

प्र० ९५-वाफेची शिटी ह्मणजे काय व ती कशासाठीं फुंकतात ?

उ०-(आकृति ४० पाहा.) त्यांत ही शिटी बाजूच्या देखाव्यानें दाखविली आहे. हींत अ हें एक घंटा. कृति पितळेचें पात्र उपडें बसविलेलें आहे. ह्या पात्राच्या कडा वाफ निघण्याच्या दरवाजासमोर आणून ठेविलेल्या आहेत. तो दरवाजा अ अ ह्या अक्षरानें दाखविला आहे. ह्यांतून सुटलेली वाफ मोठ्या दाबाची असल्या कारणानें ती भांड्याच्या पोकळींत शिरून मोठा नाद उत्पन्न होतो. रस्त्यावर काम करणाऱ्या लोकांस रस्त्यावरून दूर होण्याकरितां ही शिटी फुंकतात.

प्र० ९६-ह्याशिवाय तापकास दुसऱ्या कोणत्या कळी आहेत ?

उ०-याशिवाय एक विस्तवावर फुंकर मारण्याची कळ आहे. तिची मूठ ३४ व्या आकृतींत b अक्षरानें

दाखविली आहे. ही कळ फिरविली झणजे तापकांतून मोठ्या जोराचा वाफेचा ओघ निघून तो चिमणीवाटे बाहेर पडत असतां भट्टीतल्या विस्तवावर चांगला फुंकर वसतो. ह्या कळीस हिटर असेंही झणतात. हिटर ह्या शब्दाचा अर्थ तापविणारा असा आहे.

पेटकाक उघडून जोरनळाचें काम बरोबर आहे किंवा नाही हें पाहण्याकरितां $e e$ ह्या दुसऱ्या दोन कळी आहेत.

कंठद्वार.

Throttle Valve.

प्र० ९७-आगगाडी चालू करण्याकरितां तुं
व्यांत वाफ कशी सोडतात ?

उ०-तुंव्यांत वाफ सोडण्याकरितां आणि बंद करण्याकरितां एक कळ केलेली आहे, तीस कंठद्वार असें झणतात. काऊन फ्लेटीवरील पोकळीत शुष्कनळीच्या तोंडाजवळ हें बसविलेलें आहे. ज्या वेळेस हें द्वार बंद असतें त्या वेळेस वाफेचा मोठा दाब त्यावर असतो, त्यामुळे हें उघडण्यास बराच जोर लागतो. यंत्र चालू करतांना हें द्वार एकदम खोलून दिलें तर मोठा अपघात होतो, ह्यासाठीं गाडीवानानें तें एकदम खोलूं नये.

भालीकडे कंठद्वार दुसऱ्या एका तऱ्हेचें केलें आहे तें ३० व्या आकृतीत H ह्या अक्षरानें दाखविलें आहे. शुष्क नळींतून जाणाऱ्या वाफेचा ओघ बाणानें दाखविला आहे तो पहा.

प्र०९८-हें दार कसे उघडतात ?

उ०-त्यास एक दांडा लावून त्यास मूठ बसविली आहे, ती गाडीवान चालवितो, ह्या मुठीस रेग्युलेटर असेही म्हणतात. रेग्युलेटर ह्याचा अर्थ चालक म्हणजे चालविणारा असा आहे.

भाग ७ वा.

उघडीची कळाशी.

The Valve-Gear.

प्र०९९-आगगाडीच्या उघडीची कळाशी काय जणजे काय ?

उ०-उघडीची कळाशी म्हणजे विषमकेंद्रिय चक्रं दांडे, कड्या, डोल्या इत्यादिकांची जुळणी, ज्यांत सांगितली आहे तीस उघडीची कळाशी असं म्हणतात.

प्र०१००-ह्या कळाशीचा काय उपयोग आहे ?

उ०-ह्या कळाशीपासून उघडीचा चाल बरोबर रहाते आणि ही कळाशी अशा रीतीने जोडावी लागते की, तिजपासून आगगाडी मार्गे अथवा पुढे चालू शकेल, आणि चाकाच्या गतीत पाहिजे तेव्हां व पाहिजे त्या दिशेस इच्छेनुरूप त्वरित फेरफार करितां येईल.

प्र०१०१-उघडीची कळाशी कशी जोडली आहे की त्यापासून यंत्र मार्गे अथवा पुढे चालते ?

उ०-ह्याजबदल मार्गे सांगितलेंच आहे की, प्रत्येक तुंब्यास दोनदोन विषम केंद्रिय चाकें लावतात. हीं चाकें

अशा तऱ्हेने वसविलीं आहेत कीं, त्यांतून एक एक विषमकेंद्रिय चाक यंत्रास पुढे नेते आणि दुसरे एक एक त्यास मार्गें नेते.

प्र० १०२-प्रत्येक तुंब्यास हीं विषम चाकें कशीं वसविलीं आहेत कीं, जेणेंकरून एक जोडी यंत्रास पुढें चालविते आणि दुसरी मार्गें चालविते ?

उ०-ह्याजबदलच्या स्पष्टीकरणार्थ ४२ वी आकृति पहा. ह्या आकृतींत प दट्या मागील दट्याच्या आरंभी उभा आहे आणि व उघडी पुढला बाष्पमार्ग उघडण्याच्या वेतांत आहे. आतां दट्याचा मागील दणका पुरा करण्यास्तव तुंब्याच्या पुढल्या तोंडांत वाफ सोडण्याकरितां पुढला बाष्पमार्ग उघडला पाहिजे ह्मणून उघडीनें व बाणाच्या दिशेस सरकलें पाहिजे. आतां हा प्रकार चालत असतां डोल्याची वरील भुज ही (जी र अक्षरानें आकृतींत दाखविली आहे) त्याच दिशेस वळली पाहिजे, आणि त्याची खालची भुज तद्विरुद्ध ह्मणजे इ बाणाच्या दिशेस फिरली पाहिजे. आतां, पाऊ न बाणाच्या दिशेस फिरविण्याची असल्यास विषमकेंद्रिय चाक्याचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आला पाहिजे ह्मणजे डोल्या इ बाणाच्या दिशेस वळेल. आतां अशी कल्पना करूं कीं ४३ व्या आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें न बाणाच्या दिशेस पाऊ फिरली असती तरी त्या प्रयोगांत देखील उघडी पूर्वी प्रमाणेंच फिरली असती, ह्मणजे पुढला बाष्पमार्ग उघडून वाफ आंत भरल्यानें दट्या मार्गें गेला असता. परंतु जर पाऊ ह्याप्रमाणें

(हलगजे ४३ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) फिरली असती तर विषमचाकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या खाली आला असता, व डोल्याची खालची मुज क बाणाच्या दिशेत आणि उघडी अ बाणाच्या दिशेत फिरती. ह्यासाठी दट्याच्या दणक्याच्या आरंभी (४१ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) विषमकेंद्रिय चाकाचे मध्य अशा रीतीने बसविले पाहिजेत की, एकाचा मध्य आंसाच्या मध्याच्या वर आणि दुसऱ्याचा आंसाच्या मध्याच्या खाली असे येतील.

प्र० १०३-विषमकेंद्रिय चाकाची गति उघडीस कशा तऱ्हेने पोहोचविली आहे ?

उ०-विषम चाकांच्या मुजांचीं टोंके एका A B ह्या कडीस जोडली आहेत. (आकृति ४४ पाहा) ही कडी किंचित कमानदार असून तीस एक कौर पाडलेली आहे. तिच्या एका शेवटापासून दुसऱ्या शेवटापर्यंत मोकळेपणीं फिरे अशी कप्पी बसविली आहे. ही कप्पी आकृतीत B अक्षराने दाखविली आहे. डोल्याची खालची मुज ब कप्पीस खिळविली आहे. हा सांधा बोटाच्या पेरप्रमाणे केला आहे. विषम चाकांच्या k आणि d मुजा कडीच्या दोन शेवटांस e आणि f ह्या ठिकाणीं जोडल्या आहेत. जर कडी (४४ व्या आकृतीत दाखविल्या प्रमाणे) खाली सोडली असली तर वरील विषमकेंद्रिय चक्राच्या मुजेची गति (जें चाक यंत्रास पुढें चालवितें त्याची) डोल्यास भिळेल आणि जेव्हां कडी (४५ व्या आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे) वर ओढली असेल त्या वेळेस उघडी खालच्या विषम चा-

काच्या (जें यंत्रास मागें नेतें त्याच्या) ० भुजेनें चालेल.

आतां गाडी मागें अथवा पुढें चालविणें असेल त्या वेळेस कडी वर अथवा खालीं वारंवार करावी लागेल. राहाटचा झणून मागें एक यंत्र सांगितलें आहे, ह्यापासून कडी वर खालीं कारितात. गाडीवानानें राहाटचाचा दांडा पुढें लोटून ठेविला झणजे कडी खालीं पडते आणि त्यामुळें डोल्या आणि उघडी हीं पुढें चालणाऱ्या विषमचक्राच्या भुजेनें चालू लागतात, झणजे गाडी पुढें चालते आणि राहाटचास मागें ओढून ठेविला तर कडी वर उचलते, झणजे मागें नेणाऱ्या विषम चाकाच्या भुजे-कडून उघडी चालते, झणजे गाडी मागें चालते.

प्र० १०४-ह्या कडीच्या गतीपासून उघडीच्या चालींत कसा फेरफार होतो ?

उ०-कडी वर अथवा खालीं केल्यानें तदनुसार उघडीची चाल बदलते, त्या वेळेस कडीतील कप्पी आणि डोल्याची खीळ हीं कांहीं अंतरानें विषम चक्राच्या भुजेच्या वर किंवा खालीं असतात. जसें ४६ व्या आकृतींत वरील विषम चक्राच्या भुजेची गति आणि ४५ व्या आकृतींत खालच्या विषम चक्राच्या भुजेची गति डोल्याच्या खिळास आणि तेथून उघडीस पोहोचून दिल्या आहेत.

प्र० १०५-तुंड्यांत वाफ जाते त्या वेळेस तिचा दाब किती असावा ?

उ०-तो तापकाच्या दाबाइतका असावा. जर कंठद्वार अथवा वाष्पमार्ग हें पूर्णपणें न उघडलें तर वाफ

फुट जाते. अशावेळीं जी वाफ अरुंद रस्त्यानें तुंब्यांत भरते त्यावेळेस तिची तार निघते असें ह्मणतात.

प्र० १०६—राहाट्यास गाडीच्या कोणत्या ठिकाणीं बसवितात ?

उ०—त्यास (ब आरुतींत दाखविल्याप्रमाणें) क क फूट बोर्डावर उजव्या वाजूस बसवितात. आरुतींत ऊ ऊ फूट बोर्डावर उजव्या वाजूस बसवितात. आरुतींत ऊ ऊ हा तरफ आहे त्याची अट तरफाच्या खालच्या टोंकाजवळ असते. राहाट्याचा वाजूचा देखावा ४७ व्या आरुतींत आणि पुढचा ४८ व्या आरुतींत दाखविला आहे. ४७ व्या आरुतींत क क हे दोन अर्धचंद्राकृति तरफ राहाट्याच्या दोन वाजूस बसविले आहेत, त्यास दांते पाडलेले असतात. हे दांते न न न न न न न न न न ह्या अक्षरांनीं दाखविले आहेत, त्यांत ल अक्षरानें दाखविलेली खीळ अडकून राहाते. ही खीळ ह ह्या जोरपट्टींत मोकळेपणीं फिरते. राहाट्यास उभा केला ह्मणजे दांत्यांत ती आडकून बसते. ही ल खीळ द घोड्यावरून चालवितात. जेव्हां राहाट्याची मूठ (अ अक्षरानें दाखविलेली आहे) गाडीतान धरतो, त्यावेळेस घोडाही पकडला जातो. इ ह्या अटीसारख्या खिळीवर तो चालतो. र र ह्या दांड्यानें घांडा खिळीस जोडला आहे. मूठ दाबली ह्मणजे ह्या दांड्याकडून खीळ दांत्यांतून वर उचलते.

प्र० १०७—वर सांगितलेल्या अर्धचंद्राकृति तर्फास किती दांते असावे ?

उ०—ते इतके असावे कीं, जेव्हां राहाट्या कोण-